हे विश्वचि माझे घर

जगदीश काबरे

विज्ञान-शिक्षक, पाठ्यपुस्तकातील विज्ञानावर आधारित गमतीदार खेळ शाळाशाळांतून दाखवणारे आणि दूरदर्शनवर 'विज्ञान के खेल' ही लोकप्रिय मालिका सादर करणारे कलावंत, खगोल-मंडळाचे संस्थापक-अध्यक्ष आणि अंधश्रद्धा-निर्मूलन-समितीचे कार्यकर्ते – या लेखक जगदीश काबरे यांच्या इतर ओळखी. त्या सर्व त्यांच्या लेखनात एकजीव होऊन येतात.

गेली बारा वर्षे जगदीश काबरे मुलांसाठी विज्ञानविषयक लेखन करत आहेत. कठीण विषय सोपेपणाने समजावून देण्याची त्यांची दुर्मिळ हातोटी त्यांच्यातल्या अस्सल शिक्षकाची ग्वाही देत असतानाच त्यांच्यातला लेखक त्या लेखनाला निखळ वाचनीयतेचे आवश्यक परिमाण देत असतो. विषयाचे गांभीर्य ढळू न देता तो नाट्यमय आणि आकर्षक करून मांडताना विज्ञान आणि व्यवहार यांच्यातील अतूट संबंध स्पष्ट करायला ते कधीही विसरत नाहीत.

राज्यसरकारने सर्वोत्कृष्ट लेखनाचे पारितोषिक देऊन दर्जाची हमी दिलेली त्यांची लेखणी नित्य नव्या विषयांचा पाठपुरावा करते. या पुस्तकात ते बालवाचकांना पृथ्वीवरून थेट अवकाशात घेऊन जात आहेत. आपल्या नभोमंडळाची आगळी ओळख करून देण्यासाठी. . . .

किंमत रु. ८०.००
(म-७३१)
ISBN 81 7185 570 9

पॉप्युलर प्रकाशन



हे विश्वचि माझे घर

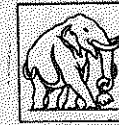
जगदीश काबरे

लेखकाची इतर पुस्तके

सत्यकथा
विज्ञान खेळ
विज्ञान जगतात
विज्ञान गोष्टी (भाग १,२,३)
विज्ञान कुतूहल
विज्ञान कथा
कथा ही रक्ताची
तुषार
कालयंत्र
बळी अंधश्रद्धेचे
शून्याचा प्रवास
ज्योतिषशास्त्रावर प्रकाशझोत
विज्ञानाशी हितगुज
अतूट नाते रक्ताचे
अवकाशयात्री
जिज्ञासा
कथाबोध
नाचणारी भुतं
साधेच की अद्भुत?
असे का बरे?
विज्ञाननिष्ठ निबंध
चंद्राची दुनिया
लपंडाव
विज्ञानाच्या खिडकीतून
वैज्ञानिक धमाल

हे विश्वचि माझे घर

जगदीश काबरे



पॉप्युलर प्रकाशन, मुंबई

हे विश्वचि माझे घर
(म - ७३१)
पॉप्युलर प्रकाशन
ISBN 81 - 7185 - 570 - 9

HE VISHWACHI MAZE GHAR
(Marathi Astronomy)
Jagdish Kabre

पहिली आवृत्ती : १९९४ / १९९६

प्रकाशक
रामदास भटकळ
पॉप्युलर प्रकाशन प्रा. लि.
३५ सी, पं. मालवीय मार्ग
ताडदेव, मुंबई - ४०० ०३४

अक्षरजुळणी
कॉम्प्युटर स्पॉट, मुंबई ४०० ०८१

मुद्रक
गोपसन्स पेपर्स प्रा. लि.
ए-२८, सेक्टर IX, नॉयडा

मुखपृष्ठ व आतील फोटो
विलास सुपनेकर

ज्याच्या हृदयात प्रेमाचा अखंड झरा वहातोय

असा माझा प्रिय मित्र

चारुदत्त द्रविड यांस

दोन शब्द

कोणत्याही पुस्तकामध्ये 'दोन शब्द' लिहिणं हे कधी औपचारिक असतं तर कधी अपरिहार्यही. खरं तर ह्या 'दोन शब्दां'मध्ये पुस्तकाच्या अंतरंगाची माहिती आणि लेखकाचा त्यामागील उद्देश वाचकांच्या दृष्टीनं महत्त्वाचा भाग असतो. कारण वाचकाला पुस्तकात काय महत्त्वाची माहिती दडलीय याचा सुगावा यावरून लागत असतो.

प्रस्तुत पुस्तकात आपल्या ग्रहमालेविषयी गप्पांच्या ओघात माहिती दिलीय. काका-पुतण्याच्या संवाद रूपानं आजमितीपर्यंत या ग्रहमालेची अद्ययावत माहिती बालवाचकांना सोप्या भाषेत उपलब्ध व्हावी हाच ह्या प्रकारच्या मांडणीमागील उद्देश आहे. नुकतीच व्हायोजर याने आपल्या ग्रहमालेतील ग्रहांना भेटी देऊन सूर्यमालेच्या दुसऱ्या टोकावर जावून पोहोचली आहेत. त्यांनी या ग्रहांसंबंधी प्रत्यक्ष 'आंखोदेखा हाल' आपल्यापर्यंत पोहोचवलाय. त्यामुळे त्यांच्याविषयीच्या जुन्या कल्पना आणि सिद्धांत तर पडताळून पाहता आलेच पण चुकीच्या समजुतींनाही मूठमाती देता आली.

या अर्थानं विज्ञान हा एक प्रवाह आहे. माणूस ह्या प्रवाहात सर्व ताकदीनिशी पोहोतोय आणि ह्या विश्वाच्या समुद्रमंथनातून नवनवीन ज्ञानाची माणिकमोत्ये वेचतोय. निसर्गाला अधिकाधिक जवळून न्याहाळतोय त्याच्याशी दोस्ती वाढवतोय. त्यामुळेच ज्योतिषविषयक अंधश्रद्धा तपासून पाहता येवू लागल्यागत परिणामी ग्रहणे, धुमकेतू, जन्म कुंडलीविषयक असलेल्या समजामागील भोळेपणा स्पष्ट करता येऊ लागलाय. निसर्गातील विविध आविष्कार विशिष्ट नियमामुळे घडत असतात. त्यात घाबरण्यासारखे काहीही नाही हे आता स्पष्ट होऊ लागलंय.

या विश्वात सदोदितच उत्पत्ती आणि लय ही प्रक्रिया अव्याहतपणे सुरू आहे. ह्या उपपत्तीचा एकदा का थांग लागला की, जन्मण्याचा आनंद आणि मृत्यूचं दुःख करण्याचं माणूस विसरून जाऊ शकतो. आणि त्याची अवस्था निष्काम कर्मयोग्याप्रमाणे होते. आकाश निरिक्षणातून आणि खगोल विज्ञानाच्या अभ्यासानं माणसाला या विश्वाचा आवाका तर कळतोच. पण त्याच बरोबर तो जेवढं म्हणून ज्ञान ग्रहण करतो त्यामुळे अजून कितीतरी शिकण्यासारखं ह्या विश्वात आहे हेही त्याला कळून चुकतं. त्याला स्वतःचं अज्ञान किती अगाध आहे हे कळतं; स्वतःचं खुजेपण कळतं. आणि मग गर्व कशासाठी करायचा? अशा विचाराप्रत येऊन तो निसर्गापुढे नम्र होतो.

ज्ञानामुळेच अशी नम्रता अंगी येऊ शकते. खगोल शास्त्राचा अभ्यास हा असाच ज्ञानसागर आहे की, ज्यातील शिंपल्यांत ज्ञानाचे मोती भरभरून आहेत. 'किती घेशिल दो कराने!' अशी परिस्थिती आहे इथं. बालवाचकांना आणि मोठ्यांनाही ह्या सागरातील आपल्या जवळच्या किनाऱ्यालगत पोहोता आलं आणि अपसमजुतींना त्यांनी थारा दिला नाही; तरी या पुस्तकानं आपलं काम केलं असं होणार आहे. ह्याच उद्देशानं अद्ययावत माहितीचा खजिना मी आपल्यासमोर उघडा करीत आहे. हा खजिना कसा आहे याचं परिशीलन तुम्ही योग्य रितीनं करालच. त्याची पोच मजपर्यंत पाठविलीत तर मलाही आपल्याकडून काहीतरी नवीन शिकायला मिळेल. बरंय तर पुन्हा भेटूच.

१-३-१९९४ जगदीश काबरे

अनुक्रम

चित्रांचा अनुक्रम

शुक्राच्या कला
उल्कापातात अवकाशात उडणारे खडक
पृथ्व्योदय आणि अपोलो - ११ यानाचे चंद्रभूमीवरून उड्डाण
हॅलेचा धूमकेतू
देवयानी नक्षत्रातील आकाशगंगा — एम -३१ तेजोमेघ
वेस धूमकेतू
ताऱ्याच्या जन्माची स्थिती (मुखपृष्ठ)

शोध सूर्याचा

''काका, सूर्य हा प्रचंड मोठा तारा आहे नं?'' विशालने अचानक प्रश्न केला आणि काका भानावर आले. ते वाचनात एवढे गढून गेले होते की तो त्यांच्या जवळ येऊन उभा राहिलाय, एवढंच नव्हे तर ते वाचत असलेल्या पुस्तकाचं वाकून मुखपृष्ठ न्याहाळतोय याची त्यांना जरासुद्धा कल्पना आली नाही. मुखपृष्ठावर सूर्याचं धगधगणारं रूप आणि उफाळणाऱ्या ज्वाला दाखवल्या होत्या.

''काय म्हणालास?'' काकांनी त्याच्याकडे पाहत विचारलं.

''नाही, मी म्हटलं सूर्य किती प्रचंड तारा आहे.''

''तो आपल्याला तसा वाटतो खरा. पण खरंतर तो एक सामान्य तारा आहे.''

''काका, सामान्य म्हणून त्याचं मोठेपण लहान करू नका हं.''

''तसं नाही रे, आपल्या आकाशगंगेत सूर्यापेक्षा लाखोपटीनं आकारानं मोठे असलेले तारे आहेत - तेही लाखालाखाच्या संख्येत. आणि अत्यंत प्रकाशमानही''

''पण मग ते सगळे सूर्यासारखे प्रचंड दिसत का नाहीत? रात्रीच लुकलुकताना का दिसतात?''

''साधं कारण म्हणजे त्यांची अंतरं. आपल्या आकाशगंगेचा व्यास सुमारे १०० अब्ज प्रकाशवर्ष आहे. आता प्रकाशवर्ष म्हणजे काय ते तुला माहीत आहेच.''

''हो न, सेकंदाला ३ लाख कि. मी. या वेगाने एका वर्षात

कापलेलं अंतर.''

''तर आता मला सांग, एवढ्या अंतरावर असलेली कोणतीही मोठी वस्तू किती लहान दिसेल बरं. हे म्हणजे कसं झालं माहीत आहे? डोंगरावर उभं राहून दरीतील बसकडे पाहणं अशा वेळी ती बस किती लहान दिसेल. अगदी खेळण्यातील वाटेल. तसंच या सूर्यपेक्षाही आकारांनी मोठ्या असलेल्या ताऱ्यांच्या बाबतीत घडतं.''

''याचा अर्थ सूर्य आपल्या जवळ आहे म्हणून तो मोठा वाटतो असंच ना?''

''जवळ म्हटलं तरी त्याचं अंतर पृथ्वीपासून सुमारे १५ कोटी कि. मी. एवढं भरतं. आणि प्रकाशालासुद्धा त्याच्या वेगाने पृथ्वीवर पोहोचायला सुमारे ८.३३ (साडे आठ) मिनिटं लागतात.''

''जवळ असूनही एवढा वेळ!'' विशाल आश्चर्याने म्हणाला, ''म्हणजे काका, आपल्याला जो प्रकाश मिळतो तो सूर्यापासून साडे आठ मिनिटं अगोदर निघालेला असतो. याचा अर्थ आपल्याला मिळणारा प्रकाश हा काहीसा शिळाच असतो.''

''वा ऽऽ!'' काकांना शिळा भात किंवा शिळी चपाती यापद्धतीनं शिळा प्रकाश हा शब्दप्रयोग एकदम भावला.

''पर्यायानं काका, आपल्याला दिसणारं रात्रीचं आकाशही शिळंच म्हणायचं. कारण काही प्रकाशवर्षापूर्वी निघालेले किरण आज आपल्याला दिसतात.''

''म्हणूनच गंमत अशी होते की, आज जरी एखादा तारा आकाशात अस्तित्वात नसला तरी त्याचा प्रकाश मात्र आपल्याला दिसतो. कारण तो पूर्वीचा असतो. त्यामुळे तो ताराही लुकलुकताना दिसतो. पण खरा तिथं तो नसतोच. आहे नं प्रताप शिळ्या प्रकाशाचा.''

''तारा नाही पण तरीही तारा आहे आकाशात! काय गंमत आहे नाही!'' विशालचे डोळे आनंदानं लकाकू लागले होते.

''आपल्या आकाशगंगेतील इतर ताऱ्यांच्या मानानं सूर्य लहान असला तरी पृथ्वी आणि इतर ग्रहांच्या तुलनेत मात्र तो प्रचंडच आहे बरं का.''

''हे म्हणजे मुंगीसारखं झालं. वाळूचा डोंगर तिला पर्वत वाटतो आणि आपल्याला मात्र ठेंगुळ.''

''काय सुंदर उपमा दिलीयस. आपल्या सूर्याचा व्यास किती आहे माहिताय!''

''अं ... अं''

''तो आहे १३,९२,००० किमी. आणि त्याचं वस्तुमान आहे २.१९x१०^{२७} मेट्रीक टन.''

''बापरे! एक मेट्रीक टन म्हणजे हजार किलो. म्हणजे किती किलो झालं काका!''

''तुलनाच करायची झाली तर असं म्हणता येईल की, पृथ्वीच्या ३,३३,००० पट सूर्याचं वस्तुमान आहे. आणि सूर्याच्या परिघावर जवळजवळ एक अब्ज पृथ्व्या एकापुढे एक अशा मांडून वर्तूळ पूर्ण करता येईल.''

''काका, या प्रकारात अब्ज आणि लाख या संख्यांना काहीच अर्थ राहत नाही असं वाटतंय. कारण त्या एवढ्या सहजगत्या सर्रासपणे

वापराव्या लागतात की त्याच संख्या लहान आहेत असं वाटायला लागतं''.

''हो नं. म्हणूनच मी तुला सुरवातीला जे म्हटलं ना की, सूर्य हा लहानसा सामान्य तारा आहे तो यामुळेच. आपण कशाशी तुलना करतो त्यावर हे अवलंबून आहे. आता आणखी एक गंमत बघ हं. वजन म्हणजे काय हे तुला माहीत आहे नं?''

''हो ऽऽ पदार्थावर कार्य करणारं गुरुत्वीय बल.''

''सूर्याचं गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या २८ पट आहे. म्हणजे तुझं वजन किती भरेल बरं?''

''माझं वजन पृथ्वीवर आहे ४० किलो. मग सूर्यावर ते होईल २८ X ४०... अठ्ठावीस चोक ११२.... म्हणजे ११२० किलो. बापरे! केवढा वजनदार प्राणी होईन मी!''

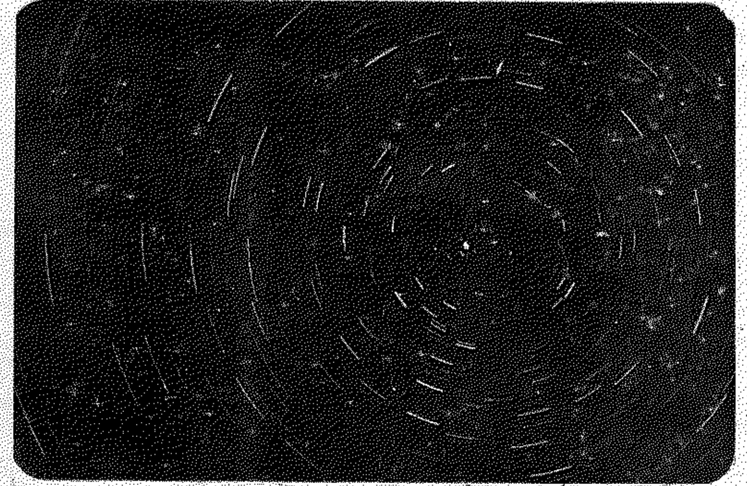
''म्हणूनच सूर्य सामान्य तारा असला तरी महाप्रतापी आहे.''

''या सूर्याचा जन्म कसा झाला हो काका?'' विशालनं मुळात हात घालणारा प्रश्न विचारला.

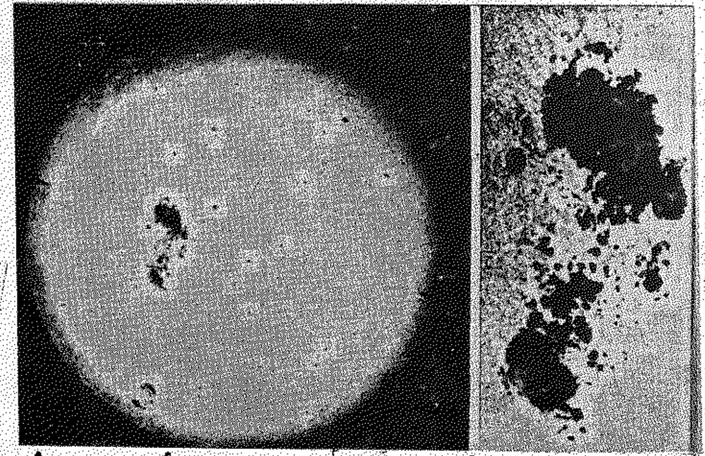
''साधारणपणे ५ अब्ज वर्षांपूर्वी आपल्या आकाशगंगेत सूर्य जन्माला आला.''

''पण कसा काय?''

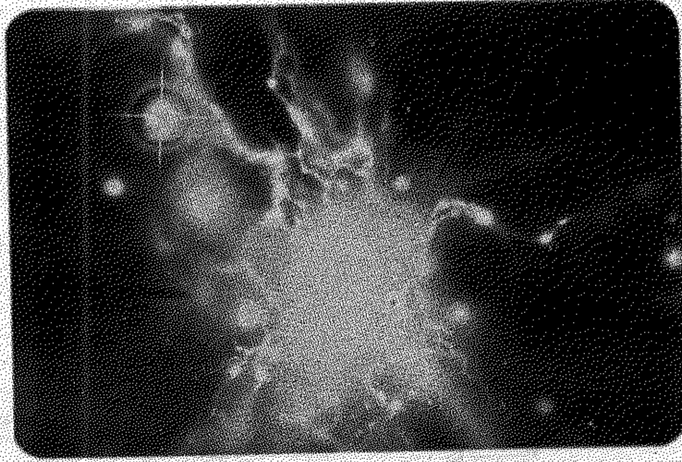
''तेच सांगतोय नं. एवढा उतावळा होऊ नकोस. आकाशगंगेत हैड्रोजनचं प्रमाण सर्वाधिक आहे. किंवा असं म्हणूया हवं तर, विश्वात हैड्रोजनचे ढग सर्वदूर पसरले आहेत. अशा प्रकारच्या एका प्रचंड ढगात अचानकपणे भोवरा निर्माण झाला.''



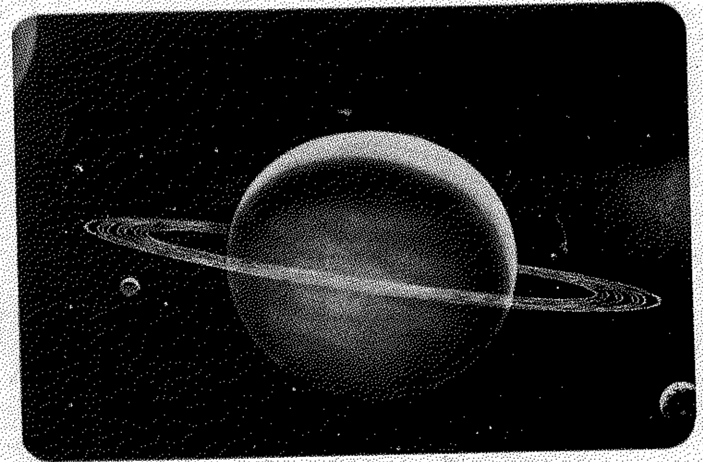
मध्यभागी उत्तरध्रुव - ध्रुवतारा. पृथ्वीचा अक्ष हा ताऱ्यातून जातो म्हणून संपूर्ण आकाश हा ताऱ्याभोवती फेर धरते असे दृश्य दिसते. येथे आकाशातील चांदण्यांनी उत्तरध्रुवाभोवती फेर धरलेला दिसतो आहे.



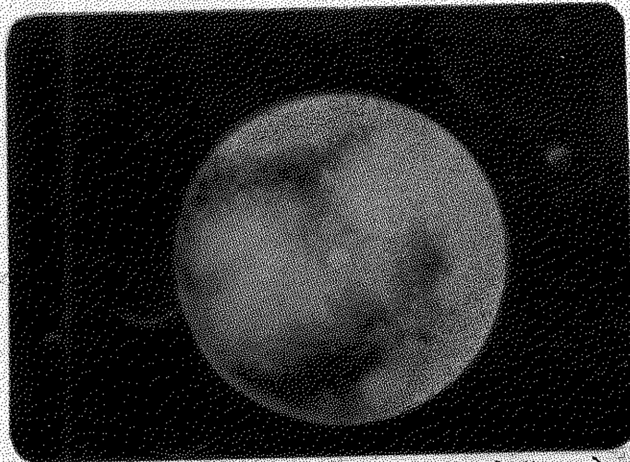
सौरडाग - सूर्याच्या पृष्ठभागावर दर अकरा वर्षांनी यांची संख्या वाढते. तसे कमी अधिक प्रमाणात ते सदोदितच आपलं अस्तित्व दाखवत असतात.



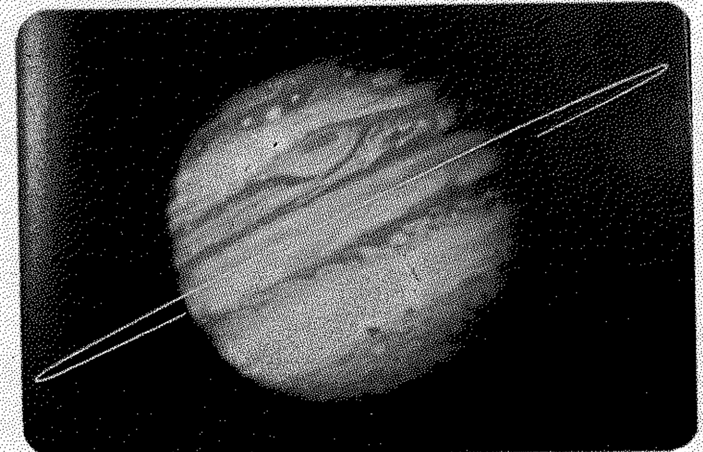
स्फोट पावणारा तारा – ताऱ्याचा मृत्यू



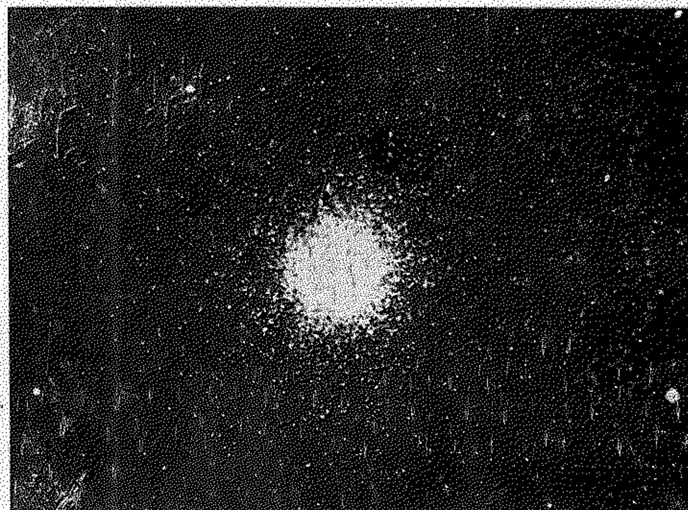
वलयांकित युरेनस



मंगळ ग्रह आणि त्याचे दोन उपग्रह फॉबॉस आणि डिमॉस. तसेच मंगळावरील उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवावरील बर्फाच्या टोप्या.



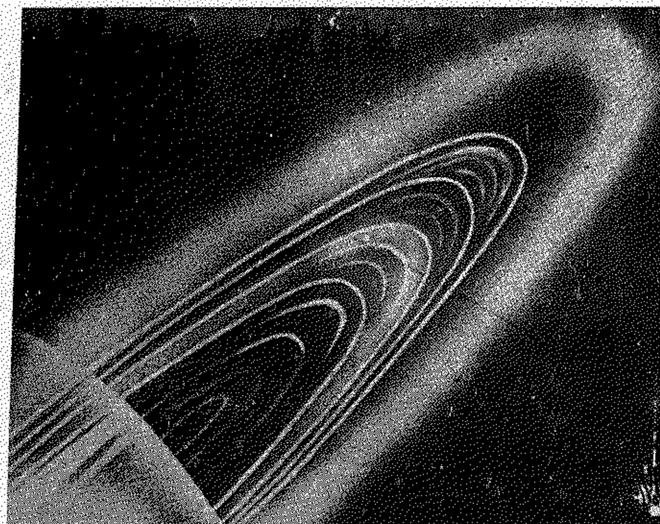
गुरू ग्रह त्याच्या वलयासहित आणि उत्तर भागातील प्रसिद्ध तांबड्या डागासहित.



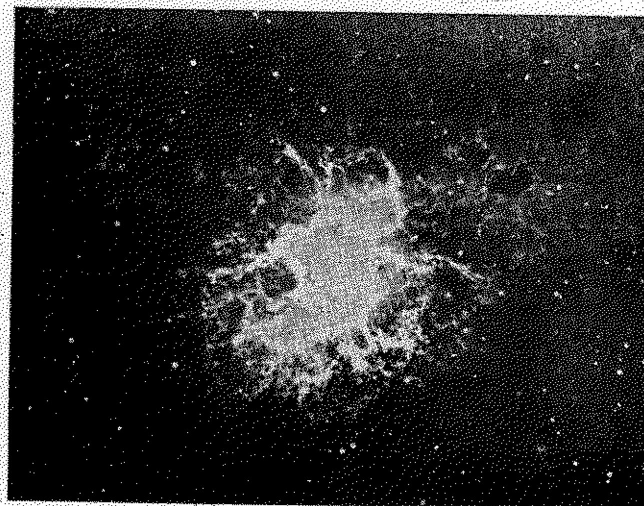
शामशबलमधील एम - ३ नावाचा मिटलेला, बंदिस्त तारकागुच्छ



मृगनक्षत्रातील प्रसिद्ध अश्वमुखी कृष्णाभ्रिका



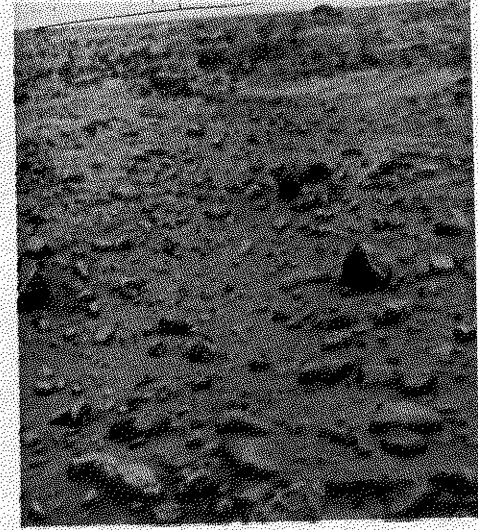
असंख्य वलयांचा धनी – शनी ग्रह



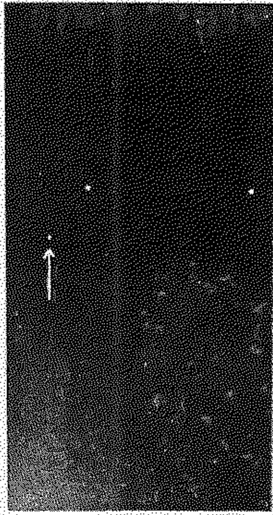
वृषभराशीतील खेकडा –
एम-१ तेजोमेघ. यास कर्कअभ्रिका असेही म्हणतात.

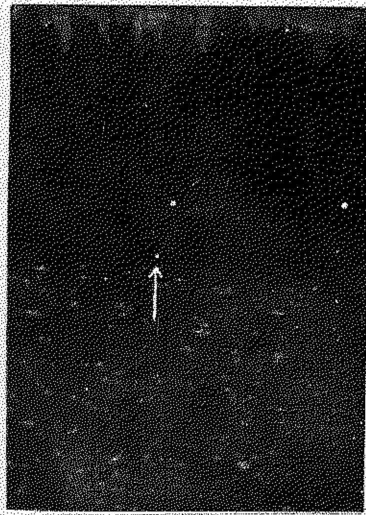


अवकाशयानातून दिसणारे पृथ्वीचे मनोहारी दृश्य

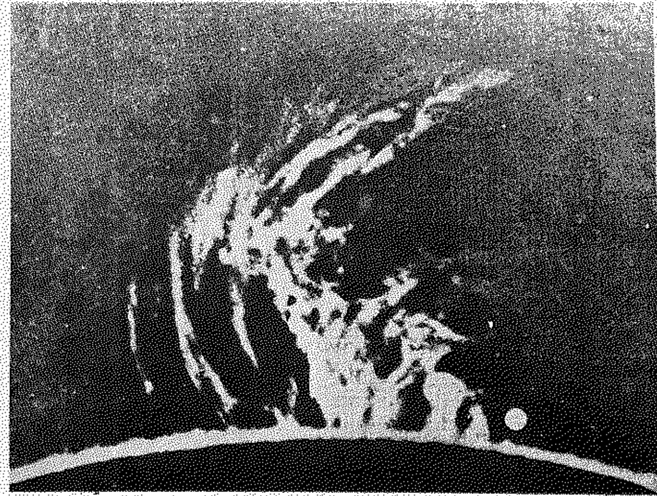


मंगळ ग्रहावरील भूमी

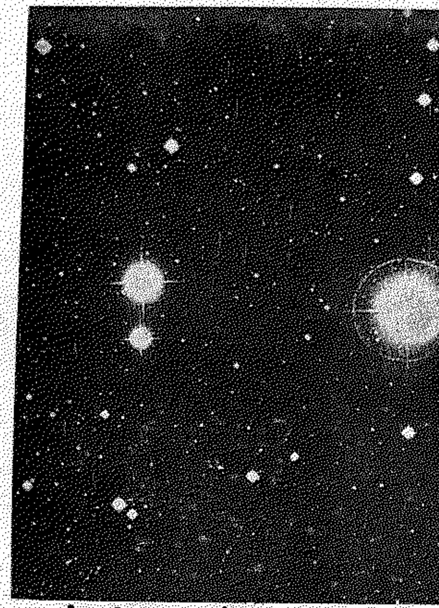




चोवीस तासांतील प्लूटोचे ताऱ्याच्या सापेक्ष भ्रमण. बाणाने दर्शविलेला बिंदू म्हणजे प्लूटो ग्रह आणि त्याच्या वरच्या बाजूवरील बिंदू म्हणजे तारा.



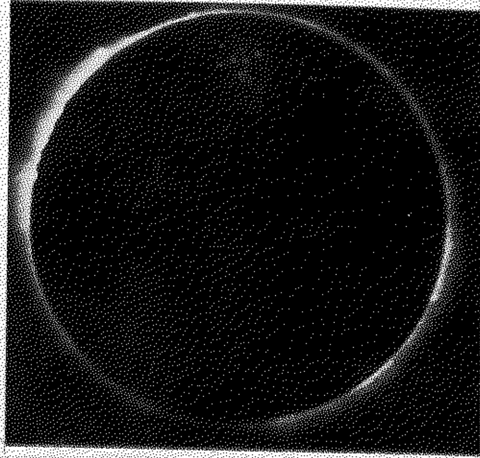
हजारो किलोमीटर उंचीपर्यंत उसळणाऱ्या सौरज्वाला



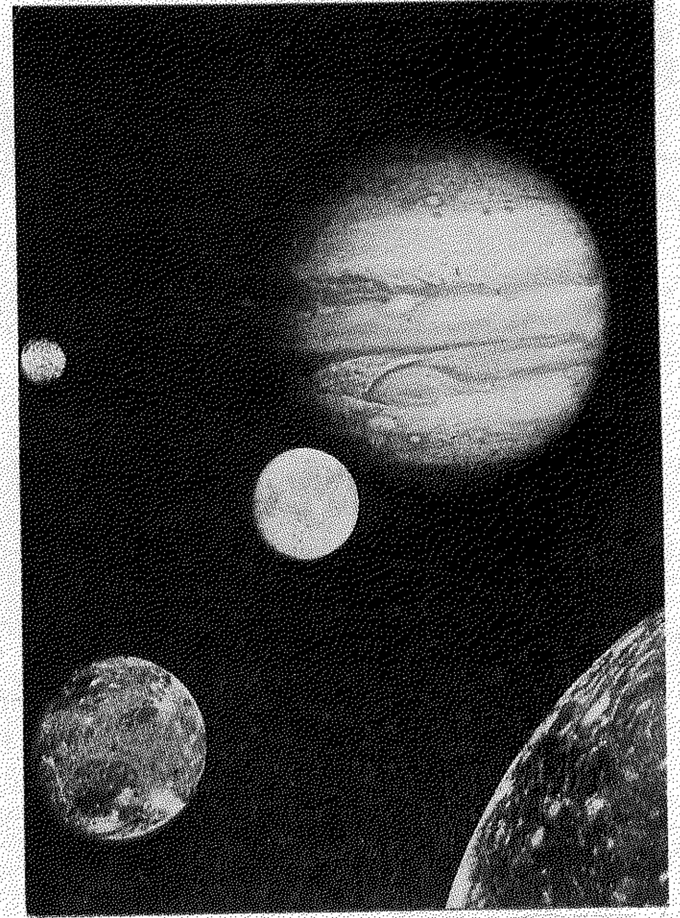
पल्सार्स आणि क्वासार्स



आपल्या (मंदाकिनी) आकाशगंगेचा धनुराशीच्या आसमंतातील काही भाग.



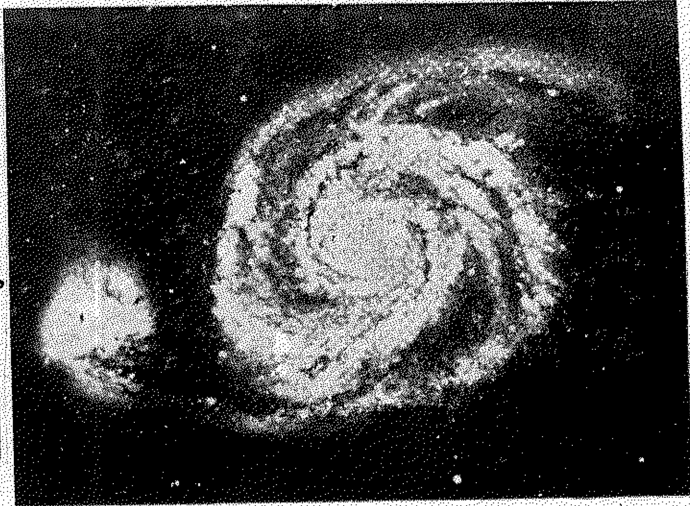
कंकणाकृती सूर्यग्रहण - हिऱ्याची अंगठी जणू ती.



गुरू ग्रह त्याच्या इयो, युरोपा, गॅनीनेड आणि कॅलिस्टो या चार चंद्रांसह



मृगनक्षत्रातील एम-४२ नावाची शुभ्र अभ्रिका



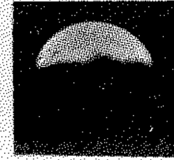
शामशबल तारकासमूहातील एम-५१ नावाचा आवर्ताकार तेजोमेघ

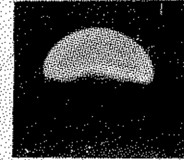


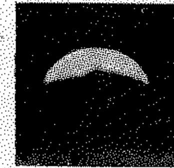
त्रिकोण तारकासमूहातील एम-३३ तेजोमेघ



वीणा तारकासमूहातील अंगठीच्या आकाराचा एम-५७ तेजोमेघ

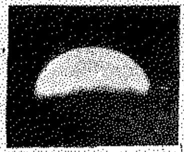




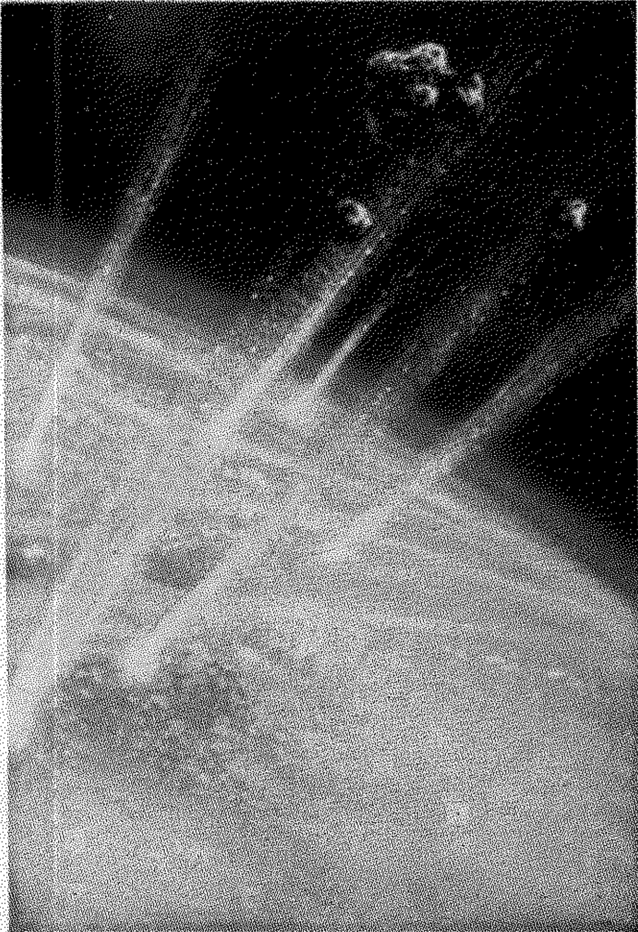




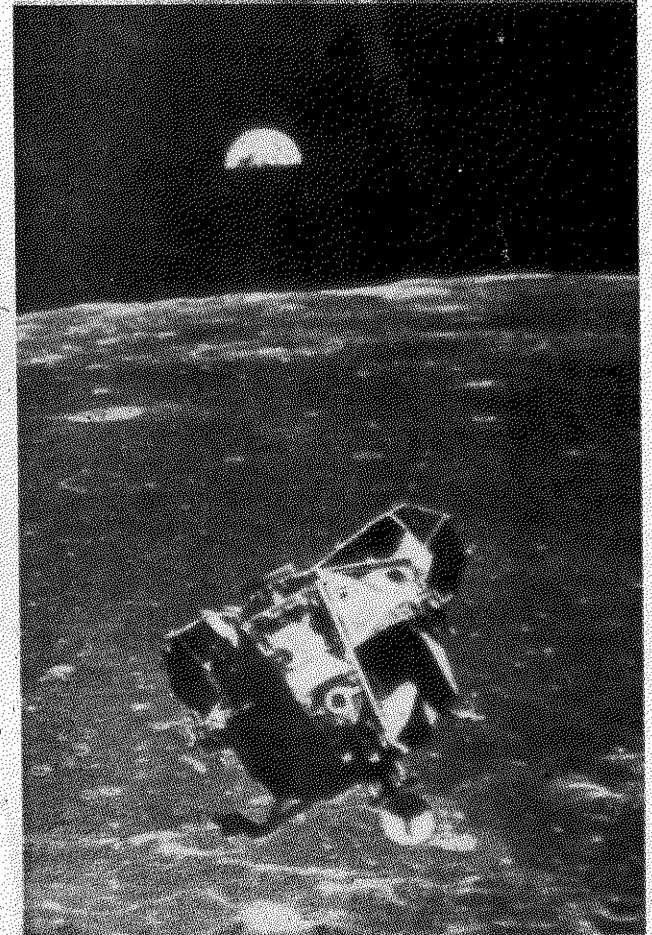




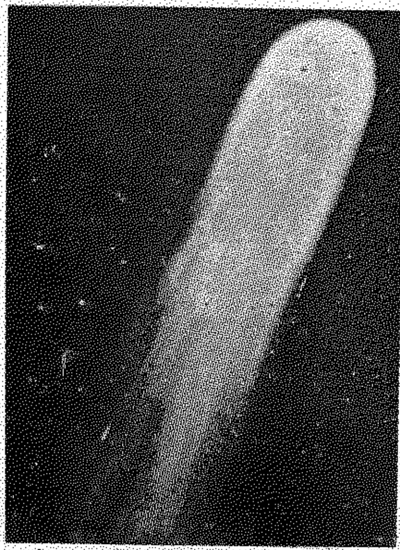
शुक्राच्या कला-चंद्रालाही लाजवतील अशा. धुरकट कडा तेथील अतिघन वातावरणाची साक्ष देत आहेत



उल्कापातात अवकाशात उडणारे खडक



चंद्रावरून दिसणारा आकर्षक पृथ्व्योदय आणि अपोलो-११ या यानाचे चंद्रभूमीवरून उड्डाण


हॅलेचा धूमकेतू - भरदार आणि भरगच्च पिसाऱ्याने डवरलेला


आपल्या (मंदाकिनी) आकाशगंगेला जवळची असणारी देवयानी नक्षत्रातील आकाशगंगा - एम-३१ नावाने ओळखला जाणारा तेजोमेघ


वेस धूमकेतू - दोन शेपट्यांचा पिसारा (भंगलेला धूमकेतू)

''म्हणजे नदीच्या पाण्यात होतो तसा?''

''हो. या राक्षसी भोवऱ्यात हैड्रोजन वायूचे असंख्य कण ओढले गेले आणि त्याच्या केंद्रभागी प्रचंड घनदाट वायूचं वस्तुमान तयार झालं. त्याचा परिणाम म्हणून भोवऱ्यात सापडलेल्या त्या प्रचंड ढगाचा एक भला मोठ्ठा चेंडू तयार झाला. हा चेंडू प्रचड वेगाने स्वत:भोवती गरगर फिरू लागला. त्यामुळं गुरुत्वाकर्षण निर्माण होऊन ढगातील वायूचे कण मोठ्या प्रमाणात त्याच्या केंद्रभागी आकर्षिले गेले. हा होता सूर्याचा जन्म. या सगळ्या आकर्षणात त्या कणांमध्ये आपापसात आघात प्रत्याघात झाले. त्याचा परिणाम म्हणून मोठ्या प्रमाणात उष्णता निर्माण झाली. तिचं तापमान एवढं वाढत गेलं की, अणू संमिलनाची प्रक्रिया सुरू झाली. त्यातून मोठ्या प्रमाणात प्रारणं बाहेर पडू लागली. आणि सूर्य धगधगता प्रकाश देत तारा म्हणून जन्माला आला.''

''मग सूर्यमाला कशी झाली?''

विशाल तन्मयतेनं ऐकत होता. त्या तन्मयतेनंच त्यानं प्रश्न केला.

''या राक्षसी भोवऱ्यात सापडलेल्या वायूच्या कणांतील काही भोवऱ्याच्या आत ढकलले न जाता प्रचंड वेगानं विलग होऊन ढगात फिरू लागले. त्याचा परिणाम म्हणून सूर्याच्या पृष्ठभागावर एक लहानसा नवीन भोवरा तयार झाला. आणि तो त्याच्यापासून दूर फेकला गेला. त्यातूनच ग्रहमाला निर्माण झाली. ही सगळी घटना घडायला काही कोटी वर्षं जावी लागली.''

''मग आता पृथ्वीचं वय काय असेल?''

''साधारणपणे साडे चार अब्ज वर्षं.''

''म्हणजे काका, सूर्यमाला तयार होण्याचा हाच कालावधी असला पाहिजे नाही?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. सूर्याच्या केंद्रभागी तयार झालेल्या प्रचंड वस्तुमानामुळे हे सगळे वायू गुरुत्वाकर्षणानं तिथंच स्थिर झाले. सूर्याच्या अंतरंगातील या उष्ण वायूचं आकारमान सुमारे ५,४०८ X $१०^{४}$ घन किलोमीटर एवढं आहे. त्यात ७०% हैड्रोजन, २६.५% हेलियम आणि ३.५% इतर मूलद्रव्यं असं प्रमाण पडलं. हैड्रोजन हे मुख्य इंधन म्हणून सतत कार्यरत असल्यामुळे सूर्याचं आकारमान सतत कमी होतंय. साधारणतः सेकंदाला ७०० कोटी टन हैड्रोजनचं हेलियममध्ये रूपांतर होत असतं. या प्रक्रियेत ४ कोटी टन ऊर्जा निर्माण होते.''

''या वेगानं सूर्यावर सतत इंधन जळत राहिलं तर सूर्य लवकरच संपून जाईल की. मग आपली पृथ्वी? तिचं काय होईल? आणि आपण?''

''त्याची नको काळजी करूस. सूर्य संपायला अजून ५ अब्ज वर्षं तरी लागतील.''

''५ अब्ज वर्षांपूर्वी सूर्यजन्म आणि त्याचं मरणही ५ अब्ज वर्षांनंतर... म्हणजे सूर्याचं निम्मच आयुष्य संपलंय म्हणायचं.''

''ही तर सूर्य शोधाची नुसती सुरवात आहे. त्यावर आणखी अगणित घटना घडत असतात. त्या कळल्या तर सूर्याविषयी म्हातारा इतुका न अवघे पाऊणशे वयमान असं म्हणायची पाळी येईल.''

''मग सांगा ना त्या.'' विशाल काहीतरी वेगळं ऐकायला मिळणार म्हणून सरसावून बसला.

''आज नाही. मला आता एका महत्त्वाच्या कामाला जायचंय. पुढच्या रविवारी.''

''प्रॉमिस?''

''येस. प्रॉमिस.''

*

सूर्याच्या अंतरंगात

''काका, तुम्ही कबूल केलं होतं आज सूर्यावरच्या वेगवेगळ्या घटना सांगणार म्हणून. सांगा आता. मी ऐकायला तयार आहे.'' विशाल रविवारची गेला आठवडाभर वाट बघत होता. सकाळचा कार्यक्रम आवरल्याबरोबर त्यानं काकांना पकडलं.

''आहे तो लहान पण शक्तीने महान. अशा या सूर्यावरील केंद्र भागात १४ ते २० कोटी अंश सेल्सियस तापमान असतं. ह्या तापमानात हैड्रोजनचं हेलियममध्ये सतत रूपांतर होत असतं ते अणू संमिलनाच्या क्रियेनं. यामुळे जी ऊर्जा निर्माण होते ती ४८ लाख कि.मी. उंचीपर्यंत झेपावते आणि सूर्याच्या पृष्ठभागावर येते. यातून गॅमा किरण बाहेर पडत असतात. ते सतत मार्गात येणाऱ्या वायूच्या अणूंवर धडका मारत बाहेर पडत असतात. त्यामुळे क्ष किरणांची, नीलातीत आणि वैश्विक किरणांचीही निर्मिती होत राहते. अशा प्रकारे सूर्याचा गाभा प्रखरतेनं जळत राहतो. पण जसजसं पृष्ठभागाकडं यावं तसतसं तापमानही कमी होत जातं.''

''कमी म्हणजे काही हजार अंश सेल्सियसच ना?'' आतापर्यंत सूर्यवर्णनाची कल्पना असलेल्या विशालनं विचारलं.

''हो साधारणतः ५ ते ६ हजार अंश सेल्सियस एवढं तरी ते असतं पृष्ठभागावर. ह्या तापमानामुळे संपूर्ण सूर्यभर वायू नुसते जळतच नाही तर चक्क उकळत असतात. प्लाझ्मा अवस्थेतच असतात असंच म्हण ना हवं तर.''

''ही प्लाझ्मा अवस्था नेमकी कशी असते?''

''हे बघ. घन म्हणजे स्थायू, द्रव आणि वायू या तीन अवस्था तर तुला माहीतच आहेत. कारण त्या आपणास सहजगत्या दिसू शकतात. प्लाझ्मा अवस्था ही फक्त उच्च तापमानालाच येते. अशा वेळेस वायू हे दाणेदार अवस्थेत म्हणजे कण अवस्थेत असतात आणि त्यांच्यात सतत अणु विखंडन व संमिलनाच्या क्रिया घडत राहतात. म्हणूनच सूर्याचा अंतर्भाग कणस्वरूप दाणेदार आहे असं म्हणतात. यातून जी उष्णता, ऊर्जा निर्माण होते तिला सूर्याचा गाभा भेदून बाहेर येण्यासाठी १२ लक्ष ८ हजार कि.मी. एवढं अंतर कापावं लागतं.''

''बापरे! तरीही तुम्ही म्हणता सूर्य लहानसा तारा आहे म्हणून!''

''आकाशगंगेच्यामध्ये असलेल्या इतर अवाढव्य ताऱ्यांच्या तुलनेत तसंच म्हणायला हवं. हं, तर होतं काय की ही ऊर्जा बाहेर पडताना वायूंना उकळवत ठेवते. अशा वायूंचे बुडबुडे की ज्याचं आकारमान ५०० ते १५०० कि. मी. असतं ते फुटून वितळतात आणि त्यांचं विघटन होत राहतं. त्याच वेळेला ताशी १६०० कि.मी. या वेगानं वहाणारे सौर वारेही तयार होतात आणि या वायूच्या कणांना ढवळून घुसळून काढतात.''

''म्हणजे काका, ह्या सूर्यावर भयानक राक्षसी वादळांचं सतत थैमान चालू असतं म्हणायचं. तांडवापेक्षाही भयंकर!''

''हो नं. त्यामुळेच सौर डागांची निर्मिती होते.''

''सौर डाग! ही काय आणखी भानगड आहे?''

''होतं काय की, सौर वाऱ्यामुळे आतील तप्त सौरज्वाला

सूर्याच्या पृष्ठभागावर फेकल्या जातात. त्यांचं तापमान सूर्याच्या पृष्ठभागावरील तापमानापेक्षा सुमारे दहा ते बारा पटीनं जास्त असतं. त्यामुळे होतं काय की त्यांची प्रखरता पृष्ठभागावर मात करते आणि तो काळपट दिसू लागतो. यालाच आपण सौर डाग म्हणतो.''

'हे म्हणजे इंग्रज आणि भारतीयांतील गोरेपणाच्या भेदासारखं झालं. इंग्रजासमोर भारतीय गोरा माणूस उभा राहिला तरी काळाच दिसणार.''

''अगदी बरोबर. सूर्याचा पृष्ठभागही खरं तर तप्तच असतो पण आतून उफाळणाऱ्या ज्वाला एवढ्या प्रचंड प्रमाणात बाहेर येतात की त्यांच्यापुढे पृष्ठभागाची प्रखरता फिकी पडते. आणि तेथील भाग काळा दिसू लागतो. हेच ते सौर डाग.''

''ह्या डागांचं काय?''

'हे डाग तसे सूर्यावर सदोदितच असतात. पण ह्या डागांचं प्रमाण वाढायला लागलं की पृथ्वीवर मात्र चुंबकीय वादळं व्हायला सुरवात होते.''

''म्हणजे नेमकं काय होतं.?''

'हे डाग वाढतात म्हणजे सौर ज्वालांचं प्रमाण वाढतं. त्या प्रचंड वेगानं सूर्याच्या पृष्ठभागावर झेपावत असतात. आग लागल्यावर ज्या पद्धतीनं ज्वाला दूरवर झेपावतात तशाच. जणू काही लसलसणाऱ्या जिव्हाच! ह्यातून मोठ्या प्रमाणात अतिनील किरण, गॅमा किरण, वैश्विक किरण, विद्युत चुंबकीय किरण बाहेर पडतात. या सौर ज्वालांचा वेग साधारणपणे सेकंदाला १६०० कि.मी. एवढा प्रचंड असतो. एका

दिवसात ते पृथ्वीवर येऊन पोहोचतात. हे विद्युत चुंबकीय किरण पृथ्वीच्या ध्रुवांकडे आकर्षिले जातात. त्यामुळे तेथील वातावरण ढवळून निघतं. आणि या किरणांचं वेगवेगळ्या रंगांत विभाजन होऊन आकाशात विविध रंगी पट्टा तयार होतो. यालाच आपण ध्रुवीय प्रकाश म्हणतो. तसा तो नेहमीच ध्रुवांवर दिसतो. पण त्याची प्रखरता वाढली की समजावं सूर्यावर डागांची संख्या वाढायला लागलीय. मग रेडीओची खरखर, दूरचित्रवाणीवरील दृश्यांतील हालचाल आणि अस्थिरता वाढते. उपग्रहाचं कार्य बिघडतं. रडार यंत्रं आणि इलेक्ट्रॉनिक उपकरणं, संगणक अशाप्रकारची यंत्रंही नीट कार्य करू शकत नाहीत.''

''म्हणजे विद्युत चुंबकीय लहरी एकमेकांवर आदळून सगळं विस्कळीत करून टाकतात. असंच ना?''

''या डागांचंही एक चक्र असतं. साधारणपणे दर अकरा वर्षांनी याचं प्रमाण वाढतं. हे डाग काही दिवसांपासून ते काही महिन्यांपर्यंतही टिकू शकतात. सर्वसाधारण जी ज्वाला असते तिची प्रखरता पृथ्वीच्या निम्म्या भागाला गिळून टाकेल एवढी असते.''

''अबब! म्हणजे चक्क निम्मी पृथ्वी गिळंकृत करते ही साधारण ज्वाला. मग मोठ्या ज्वालेचं काय!''

''मोठी सौर ज्वाला जवळ जवळ ६० लाख ते १ अब्ज चौरस कि.मी. एवढं प्रचंड क्षेत्रफळ व्यापू शकते.''

''काका, हे सगळे आकडे ऐकून डोकं सुन्नं होतंय बघा. कुठल्यातरी अद्भुत नगरीत गेल्यासारखं वाटतंय. आणि तरीही सूर्य म्हणे लहान!''

''आतापर्यंत जी प्रखर सौर ज्वाला नोंदली गेली ती ४ जून १९४६ साली. ती सूर्योदयाच्या वेळेसच दिसली. ४ लाख कि.मी. उंचीपर्यंत तिने झेप घेतली होती आणि तिचा वेग होता सेकंदाला २४० कि.मी. एवढा. या ज्वालांच्या निर्मितीचं रहस्य अजून तरी पूर्णपणे उलगडलं नाही. पण सूर्याच्या गाभ्यातील प्रचंड तापमान हेच सयुक्तिक उत्तर असू शकेल. अशा या ज्वाला सूर्यापासून उसळून लांबवर गेल्या तरी त्या पुन्हा सूर्यावरच बरसतात आणि पुनःपुन्हा उसळत राहतात.

'हे म्हणजे समुद्रकिनाऱ्यावर आदळणाऱ्या लाटांसारखं झालं की. किनाऱ्यावर येऊन फुटायचं आणि पुन्हा समुद्रात मिसळून जायचं. याचा अर्थ काका, सूर्याच्या पृष्ठभागापासून गाभ्यापर्यंत तापमानात बराच फरक पडतो म्हणायचा.''

''त्यावरूनच सूर्याचे पाच भाग कल्पिलेले आहेत. आपण गाभ्यापासून सुरवात करू. म्हणजे सूर्याच्या सर्वात आतील केंद्राकडचा भाग. हाच भाग खऱ्या अर्थानं सूर्याचा सामर्थ्यबिंदू आहे. २० कोटी अंश सेल्सियस तापमान असलेल्या याच भागात अणू संमिलनाची क्रिया सुरू होऊन हैड्रोजनचं हेलीयममध्ये रूपांतर होत असतं. अणूतील प्रोटॉनमध्येही क्रिया होऊन कार्बनचे अणूही तयार होतात. तसंच त्यांचं विखंडन होऊन प्रचंड ऊर्जा निर्माण होते आणि गॅमा किरणंही तयार होतात.''

''म्हणजे एकाच वेळेस अणू संमिलन आणि विखंडनाच्या प्रक्रिया सुरू असतात म्हणायच्या तिथं.''

''गाभ्याच्या वरचा म्हणजे दुसरा थर. यात अत्यंत घनदाटपणे

वायूंचे कण असतात, गाभ्यातून निर्माण झालेल्या ऊर्जेमुळे त्यांच्यात तोडमोड सुरू होते. आणि प्रचंड वादळ निर्माण होते. तिसऱ्या थराला फोटोस्फियर (प्रकाशांबर) असं म्हणतात. आतून बाहेर पडणाऱ्या ऊर्जेमुळे तिथल्या वायूचीही हालचाल प्रचंड वेगानं होत असते. या थरांची जाडी सुमारे १,२८००० कि.मी. एवढी भरते इथं वायू उकळत असतात, प्रसरण पावतात तर तापमानाच्या फरकामुळे ते थंडही होतात.''

''थंड म्हणजे भोवतालच्या तापमानाच्या तुलनेनंच घ्यायचे ना काका. तसे तप्तच असणार''.

''हो. तुझा तर्क बरोबर आहे. याच थरात सूर्यावरील पांढरे डागही दिसतात. या नंतरच्या चौथ्या थराला क्रोमोस्फियर असं म्हणतात. तापांबर म्हण हवं तर. कारण या थरातून खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी तांबडा प्रकाश बाहेर पडतो. आणि हा थर बव्हंशी हैड्रोजननंच भरला आहे. या थरातूनच मोठ्या प्रमाणात सौर ज्वालांची निर्मिती होते. खरं तर त्याची सुरवात जरी गाभ्यातून होत असली तरी उसळण्याची जागा म्हणजे हा थर होय. आणि सर्वात वरचा थर म्हणजे कसेना. हा पाचवा थर म्हणजेच सूर्याचा पृष्ठभाग आहे. हा थर स्पष्टपणे दिसतो तो फक्त कंकणाकृती सूर्यग्रहणाच्या वेळेस किंवा खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी. चंद्राची सावली सूर्यावर पडून त्याच्या कडा प्रकाशमान होतात तोच हा कसेना.''

''अच्छा, एकूण असं आहे तर सूर्याचं अंतरंग. खरोखरच, सूर्याच्या या तप्त जिव्हांचा वेध घेणाऱ्या माणसाच्या बुद्धीचं कौतुक करावं तेवढं थोडचं आहे, काका.''

सौरवारे आणि पृथ्वीचं बाह्यावरण

''काका, सूर्याचं अंतरंग तर व्यवस्थित कळलं. सूर्यावर डाग कसे तयार होतात तेही थोडं थोडं कळलं. पण सौरवारे ही काय भानगड आहे?'' विशालनं अजून सूर्याचा पिच्छा सोडला नव्हता.

''होतं काय की, सूर्यावर सतत अणुस्फोट घडत असल्यामुळे प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा निर्माण होते. ही ऊर्जा वेगानं सूर्यपृष्ठाकडे फेकली जाते आणि नंतर दूरवर अगदी पृथ्वीपर्यंतही तिची व्याप्ती वाढते. ह्या ऊर्जेलाच आपण सौरवारे असं म्हणतो. ह्या सौरवाऱ्यांमुळे सूर्यावर काही ठिकाणी तापमान वाढतं तर काही ठिकाणी ते कमी होतं. कमी म्हटलं तरी काही हजार अंश भरतं ते.''

''म्हणून तर सूर्यावर डाग दिसतात आणि ते जास्तीत जास्त दिसण्याचा काळ हा सुमारे ११ वर्षांचा असतो.''

''ह्यालाच सौर वारे वाहण्याचा काळ म्हणतात. आता हे या ठराविक चक्रानंच का घडतं याचा मात्र शास्त्रज्ञ अजून शोध घेत आहेत. असं नेमकं कोणतं कारण घडतं की ज्यामुळे सौरवाऱ्यांची वाढ व्हावी या विषयी निश्चित कल्पना नसली तरी त्यांचे परिणाम मात्र कळले आहेत.''

''ते कोणते?''

''या सौरवाऱ्यांमुळे पृथ्वीच्या बाह्यावरणावर मोठाच परिणाम दिसून येतो. तिथं असलेल्या विद्युतभारित कणांवर म्हणजेच इलेक्ट्रॉन्स-प्रोटॉन्सवर परिणाम होऊन त्यांची संख्या वाढते. सौरवाऱ्यांत

विद्युत चुंबकीय किरणं प्रचंड वेगानं प्रवास करणारी असतात. ते जेव्हा पृथ्वीच्या बाह्यावरणावर येऊन आदळतात तेव्हा या इलेक्ट्रॉन प्रोटॉन्सच्याही हालचालीत प्रचंड वाढ होते.''

''म्हणजे वादळात जसं पालापाचोळा, माती, धूळ, हलक्या आणि जड वस्तू इतस्ततः विखुरतात आणि खळबळ उडते तशीच ना?''

''तर असा जो विद्युत चुंबकीय किरणांचा झोत त्यालाच आपण सौरवात किंवा सौरवारा असे म्हणतो. या सौर वाऱ्यांचा वेग सेकंदाला ४,००० कि.मी. एवढा असतो. हे इंग्रज शास्त्रज्ञद्वय चॉपमेन आणि फेरो यांनी प्रयोगाद्वारे दाखवून दिलंय.''

''या वेगानं ही किरणं पृथ्वीच्या बाह्यावरणावर येऊन आदळल्यावर खळबळ उडणार नाही तर काय!'' विशाल स्वगत बोलल्यासारखं म्हणाला.

''तर रे, त्यामुळेच तर पृथ्वीवर विद्युतचुंबकीय वादळं होतात.''

''मला भौगोलिक वादळं माहीत आहेत. आता ही आणखी कुठल्या प्रकारची वादळं असतात?''

''या विद्युतचुंबकीय वादळांमुळं वातावरणात बदल घडतात. पृथ्वीवरील विद्युत चुंबकीय लहरी की ज्या आपण दूरदर्शन, रेडिओ, रडार, दूरसंचार सेवेसाठी वापरतो, त्यांवर या सौर वाऱ्यांचा परिणाम होऊन त्यांचे मार्ग ढळतात. त्या विस्कळीत होतात.''

''अच्छा ऽ म्हणूनच अशा वेळी रेडिओची खरखर वाढलेली दिसते, तर दूरदर्शनची चित्रं हलतात.''

''आणि हे दिवसापेक्षा रात्रीच जास्त जाणवतं हे तुझ्या लक्षात आलंय काय? कारण या सौर वाऱ्यांच्या लहरी वक्रीभूत होऊन त्यांचा प्रभाव रात्रीच्या वेळी वाढतो. पृथ्वीचं हे जे विद्युत चुंबकीय आवरण आहे ते पृथ्वीपासून सुमारे ५०० कि. मी. उंचीवर आहे. तिथंच हा सगळा गोंधळ घडतो. शास्त्रज्ञांना या सौर वाऱ्यांसंबंधीचं एक कोडं अजूनही उलगडलेलं नाही, ते म्हणजे सौरवाऱ्यांत त्यामानाने कमी ऊर्जा असते. पण पृथ्वीच्या विद्युत चुंबकीय आवरणात शिरल्यावर त्या ऊर्जेत वाढ कशी काय होते? अर्थात त्यांनी याचं उत्तर शोधायचा प्रयत्न केलाय. पण अजूनही समाधानकारक उत्तर मिळालं नाही.''

''या सौर वाऱ्यांमुळेच ध्रुवीय प्रकाश दिसतो नं काका?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. आणि हे घडतं याचं कारण म्हणजे सौरवाऱ्यांचा पृथ्वीच्या विद्युतचुंबकीय आवरणावर पडणारा दाब. इलेक्ट्रॉन-प्रोटॉन हे या दोहोंच्यामध्ये अडकले जातात आणि त्यांच्यातील गतिज ऊर्जा वाढते. आणि ज्या विशिष्ट वेळी त्यांच्या परिवलनाचा कोन हा क्रांतिक कोनापेक्षा लहान होतो, तेव्हा या कणांपासून चकचकीत प्रकाश निर्माण झालेला दिसतो. त्यालाच आपण ध्रुवीय प्रकाश म्हणतो.''

''काका, क्रांतिककोन म्हणजे जेव्हा प्रकाश किरण घन माध्यमातून विरल माध्यमात शिरतात अशा वेळेस ज्या अपाती कोनाचा अपवर्तित कोन ९० मापाचा होतो त्या अपाती कोनास क्रांतिक कोन म्हणतात. होय ना?''

''बरोबर. तू एक साधा प्रयोग करून बघ ना! एका काचेच्या ग्लासात पाणी घे. काळं रिफील असलेलं पारदर्शक प्लॅस्टिकचं पेन घे. आणि ते ग्लासातील पाण्यात बुडवून ठेव. आता तू वरून त्या पेनाकडे पाहा. काय दिसतं बरं?''

विशालनं ताबडतोब काकांनी सांगितल्याप्रमाणे केलं.

''अरेच्चा! पाण्यातील काळं रिफील चकचकीत दिसू लागलं की!'' विशाल आश्चर्यानं म्हणाला.

''तर असंच घडतं. यात ध्रुवीय प्रकाशाबाबत वातावरणात तिथं एक प्रदीप्तिशील असा जो पट्टा तयार होतो, त्याला व्हॅन ॲलनचा पट्टा म्हणतात. कारण त्यानं हा पट्टा १९५९ साली शोधून काढला.''

''काका, हे पृथ्वीचं विद्युत चुंबकीय आवरण फारच गुंतागुंतीचं दिसतंय.''

''हो नं. अनेक चमत्कृतिपूर्ण घटना इथं घडत असतात. सूर्य आणि इतर ताऱ्यांकडून येणाऱ्या विद्युत चुंबकीय लहरींची नोंद याच आवरणात केली जाते. पृथ्वीवरून ही नोंद अचूकपणे करणं कठीण असल्यामुळे अमेरिका, रशिया आणि काही पाश्चिमात्य राष्ट्रांनी अवकाशयानं पाठवून या चुंबकीय आवरणाचा अभ्यास केलाय. व्हेनगार्ड, पायोनियर, एक्सनेअर, जिओ इत्यादी उपग्रहांनी या आवरणाचा अगदी जवळून अभ्यास करून काही महत्त्वाचे मुद्दे पुढे आणले आहेत.''

''ते कोणते?''

''या सौर वाऱ्यांमुळे किंवा असं म्हणूया की, सूर्यावर घडणाऱ्या घडामोडींमुळे अन्नधान्यांच्या उत्पादनापासून ते सजीवांच्या शारीरिक

तसेच मानसिक वाढीवरही परिणाम होतो. असा निष्कर्ष शास्त्रज्ञांनी काढून एक वेगळीच खळबळ उडवून दिलीय. एवढंच नव्हे तर जागतिक महायुद्धाची शक्यताही या आवरणाच्या अभ्यासानं कळू शकते असंही त्यांचं म्हणणं आहे.''

''खरंच आहे काका ते. कारण सगळ्या प्रकारच्या विद्युत चुंबकीय लहरींचे सिग्नल तिथंच नोंद केले जातात ना. त्यामुळे कोण कुठं कोणत्या प्रकारचे सिग्नल पाठवतोय हे कळणं साहजिकच आहे.''

''वाऽऽ! आता खरं तुला सौरवारे आणि पृथ्वीचं विद्युत चुंबकीय आवरण म्हणजे काय ते कळलंय. सौरव वारे जरी पृथ्वीवर सौरव वादळं घडवून आणत असले तरी, आपण मात्र त्यांचा अभ्यास करून त्यांचा आपल्या प्रगतीसाठी कसा उपयोग करून घेता येईल याचा विचार केला पाहिजे. तरच आपण खऱ्या अर्थानं सूर्याला गवसणी घालू शकू.''

*

बुधग्रहाच्या प्रांगणात

''काका, आपल्या सूर्यमालेतील पहिला नंबर पटकावणाऱ्या बुध ग्रहाबद्दल फारसं कधी कुणी बोलत नाही असं का? की या ग्रहाबद्दल फारच थोडी माहिती उपलब्ध आहे?''

वर्तमानपत्रातील 'बुधाचे अधिक्रमण' या मथळ्याची बातमी वाचली आणि विशालच्या डोक्यात बुधाविषयीच्या प्रश्नांनी मोहोळ उठवलं. मुळात अधिक्रमण म्हणजे काय? हा प्रकार इतर कोणत्या ग्रहांवर घडतो? बुध आकाशात नेमका दिसतो केव्हा? त्याचा आकार, त्यावरील तापमान कसं असतं? एखादा उपग्रह तिथं पोहोचलाय का? एक ना अनेक.. त्यानं सरळ काकांना पकडलं आणि प्रश्नांची सरबत्ती सुरू केली.

''सूर्यापासूनच वायूंचा एक भोवरा वेगळा होऊन त्यापासून ग्रहांची निर्मिती झालीय हे मी तुला मागेच सांगितलंय. आठवतं ना विशाल? आता हा भोवरा जेव्हा दूर अवकाशात भिरकावला गेला तेव्हा त्याची स्थिती, ताणलेल्या दोऱ्यावर कंपनं वाढवली की, जसा त्याचा बहिर्वक्र आकार तयार होतो - म्हणजे मध्यभागी फुगीर आणि टोकांना निमूळता - तशी झाली. त्या वेळी विशिष्ट अंतराच्या टप्प्यावर या भोवऱ्यातील वायूचे तुकडे विलग होऊन, ते सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षण कक्षेतच असल्यामुळे सूर्याभोवती फिरू लागले. हीच ती ग्रहांची निर्मिती होय.''

''म्हणजे हा भोवरा भिरकावला गेला तेव्हा त्याची स्थिती

ताणलेल्या दोऱ्यासारखी झाली होती आणि दोऱ्यात बटण ओवून आपण त्याला पीळ भरून जसं गरगरवतो तसा त्याच्या बटणाचा भाग फुगीर आणि दोन्ही बोटांकडचा भाग निमुळता होत जातो असंच झालं, असं म्हणायचंय ना तुम्हाला? याचा अर्थ काका, मधले ग्रह आकारानं मोठे आणि टोकाचे ग्रह लहान झाले. असंच नाही का?''

''बरोबर, त्यामुळे आपल्याला असं दिसतं की, सूर्याजवळचा बुध ग्रह सर्वांत लहान तर मधला गुरू ग्रह सर्वांत मोठा आहे आणि पुन्हा शेवटचा दुसऱ्या टोकाचा प्लुटोही लहान आहे.''

''बुध हा सूर्याच्या अगदी जवळ असल्यामुळे तिथलं तापमानही खूपच असेल नाही?''

''हो नं. दिवसा तिथलं तापमान असतं सुमारे ३२५ अंश सेल्सियस तर रात्री असतं - २७३ अंश सेल्सियसपर्यंत. एवढ्या प्रचंड तापमानातील फरकामुळे तिथं जीवसृष्टी असणं तर अशक्यच आहे पण खडकसुद्धा कोणत्या अवस्थेत असतील हेही सांगणं कठीण आहे. आतापर्यंतच्या अभ्यासावरून एवढंच कळलंय की, तिथं लोखंडाचं प्रमाण सर्वांत जास्त आहे. आणि हे सगळे खडक अत्यंत गडद रंगाचे आहेत. त्यामुळे सूर्याची उष्णता मोठ्या प्रमाणात शोषली जाते. या कारणानं प्रकाशाचं परावर्तन कमी होऊन त्याची तेजस्वीता मंदावते.''

''अच्छाऽ म्हणूनच त्याचा अभ्यास करणं कठीण झालंय नाही का?''

''आणखी एक अडचण म्हणजे हा ग्रह सूर्योदयापूर्वी किंवा सूर्यास्तानंतर अगदी थोडा काळच वर्षातील काही महिने दिसतो. इतर

वेळेस तो सूर्यतेजातच लुप्त होतो. म्हणून याचा बराचसा अभ्यास दिवसा सूर्यतेजातच करणं भाग पडतं. अशा वेळी त्याची जागा निश्चित माहीत असणं आवश्यक असतं''.

''पण दिवसा सूर्यतेजात असल्यानं तो दिसणं आणखी कठीण होणार नाही का?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. पण शास्त्रज्ञांनी दुर्बिणीच्या साहाय्यानं दिवसाही वेध घेऊन बुधाविषयी बरीच माहिती जमवलीय. तसंच अधिक्रमण होत असताना तो ठळक दिसतो म्हणून ती वेळही साधून अभ्यास केला गेलाय.''

''अधिक्रमण म्हणजे नेमकं काय हो, काका?''

''पृथ्वीच्या आतील ग्रहांना आपण अंतर्ग्रह तर बाहेरील ग्रहांना बहिर्ग्रह म्हणतो.''

''म्हणजे पृथ्वीपेक्षा कमी अंतरावरील असंच ना? याचा अर्थ काका, बुध आणि शुक्र अंतर्ग्रह झाले तर मंगळ, गुरू, नेपच्यून, युरेनस आणि प्लुटो हे झाले बहिर्ग्रह.''

''तर या अंतर्ग्रहांचं एक प्रकारचं सूर्यग्रहण म्हणजे अधिक्रमण. या वेळेस सूर्यबिंबावरून बुध ग्रह सरकत सरकत जातो. त्या वेळी तो एका काळ्या ठिपक्यासारखा गडद दिसतो. अशा वेळी त्याचा अभ्यास करणं सोपं असतं. अर्थात ही सगळी निरीक्षणं घेतली जातात ती दुर्बिणीतूनच.''

''मग बहिर्ग्रहांचं अधिक्रमण होत नाही काय?''

''त्याला आपण विधान असं म्हणतो. खरं म्हणजे हे बहिर्ग्रह

सूर्यबिंबाच्या मागच्या बाजूनं जातात. बुधाचं अधिक्रमण १३ नोव्हेंबर १९८८ रोजी झालं होतं. तसंच हे अंतर्ग्रह चंद्राप्रमाणे कलाही दाखवतात.''

''म्हणजे बुधही चंद्रकोरीप्रमाणे दिसतो म्हणायचं. मग त्याची आपल्याला चंद्राप्रमाणे एकच बाजू दिसत असेल.''

''१९६५ सालापर्यंत शास्त्रज्ञांना असंच वाटत होतं. पण रडार यंत्रणेच्या साहाय्यानं प्रयोग केल्यावर त्यांना आढळलं की, बुध स्वत:भोवती ५९ दिवसांत एक फेरी पूर्ण करतो.''

''हे ५९ दिवस पृथ्वीवरचेच ना?''

''होय. बुध सूर्याभोवती एक फेरी पूर्ण करण्यास ८८ दिवस घेतो. यावरून त्यांनी असा निष्कर्ष काढला की, स्वत:भोवतीच्या ३ फेऱ्यांत बुधाच्या सूर्याभोवती दोन फेऱ्या होतात. म्हणजे बुधावरचा एक दिवस हा पृथ्वीच्या १७६ दिवसांएवढा होतो. यावरून बुधाचा संपूर्ण गोल आपल्या नजरेच्या टप्प्यात कधी ना कधी येत असतो हे लक्षात येईल.''

''या बुधावर इतर ग्रहांसारखं वातावरण आहे का हो, काका?''

''नाही. हेही शास्त्रज्ञांच्या फारच उशीरा लक्षात आलं. त्याचं काय झालं, १९६४ साली प्रथम रेडियो दुर्बिणीच्या साहाय्याने त्याचे वेध घेण्यात आले. तेव्हा त्याच्या कडा स्पष्ट दिसत होत्या. वातावरण असलं तर त्या धुरकट व अस्पष्ट दिसतात. हा निष्कर्ष नंतर त्याचं अधिक्रमण होतानां पुन्हा पडताळला गेला. तेव्हा स्पष्टपणे त्याच्या कडा कोरीव दिसल्या. यावरून असं निश्चितपणे सांगता येतं की बुधावर

वातावरण नाही.''

''याचा अर्थ वातावरण बांधून ठेवणारं गुरुत्वाकर्षणही तिथं अत्यंत कमी असलं पाहिजे.''

''हो नं. ते आहे पृथ्वीच्या फक्त एक चतुर्थांश, म्हणजे इथं तुझं वजन ४८ आहे ना तर ते ...''

''... बुधावर १२ च भरेल.'' विशालनं काकांचं वाक्य पूर्ण केलं.

''सूर्याच्या सर्वांत जवळच्या आणि लहान असलेल्या या ग्रहाचा व्यास आहे फक्त ४,८०० किलोमीटर. त्याचं वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानापेक्षा १८ पटीनं कमी आहे. पण घनता मात्र पाण्याच्या घनतेपेक्षा ६ पटीनं जास्त आहे आणि ही घनता आपल्या सूर्यमालेतील सर्व ग्रहांच्या घनतेपेक्षा जास्त आहे.''

''म्हणजे आकारानं सर्व ग्रहांत लहान असला तरी घनतेनं मात्र सर्वांत महान दिसतोय हा बुध.''

''आतापर्यंत त्याच्या जवळ मानवनिर्मित 'मरीनर-१०' हे एकच यान गेलं आहे. त्यानं २९ मार्च १९७४ रोजी बुधापासून फक्त १०० कि.मी. अंतरावरून त्याचं दर्शन घेतलं आणि त्याची छायाचित्रं पाठविली. त्या यानातील एका उपकरणाच्या साहाय्यानं चुंबकत्व आणि सूर्यावरच्या प्लाझ्मा अवस्थेचाही वेध घेतला. एवढंच नव्हे तर त्या यानातील रेडिओमीटरनं बुधावरील तापमानातील फेरफाराच्या नोंदी पाठविल्या''.

''ते काहीही असो काका. यानाच्या साहाय्यानं जरी भरपूर

माहिती आपण गोळा केली तर त्या ग्रहांवर यान उतरणं किंवा मानव उतरणं मात्र कठीणच दिसतंय. जवळ जवळ अशक्यच कारण तिथलं तापमान काही माणसाला जगू देणार नाही.''

''खरंय तुझं म्हणणं. म्हणूनच तर बुधाविषयी आपण अजूनही बरेचसे अंधारात आहोत. पण ज्योतिषांनी मात्र त्याला आपल्या बोकांडी बसवलंय ही अत्यंत लाजीरवाणी गोष्ट आहे.''

''म्हणजे एका बाजूला माणूस त्याचा वेध घेऊन विश्वाचं कोडं उलगडण्याचा प्रयत्न करतोय. तर दुसरीकडे मात्र त्यालाच हाताशी धरून माणसाच्या मनातलं भय वाढवण्याचं काम चाललंय, होय ना काका?''

''हीच तर खरी गंमत आहे मानवी स्वभावाची. आपल्या कल्पनेनं या ग्रहांना गुण चिकटवायचे आणि माणसाला रोगग्रस्त करायचं. ज्योतिषांच्या मते बुध ग्रह हा नपुंसक आहे. शरीरातील सर्व प्रकारचे मज्जातंतू म्हणे याच्या कब्जात असतात. बुधाचा अंमल चालतो म्हणे त्यावर.''

''कशावरनं ठरवलं हे काका?''

''विशाल, असा प्रश्न तू विचारू शकतोस. पण भल्या भल्या विद्वानांनाही असा प्रश्न पडत नाही. या मागे काही संशोधन केलंय का? त्याचं नपुंसकत्व कसं तपासलं? मज्जातंतूवरच अंमल आहे हे कसं कळलं? पण काही ज्योतिषांनी ठरवलं आणि लोकांनी मानलं. बस्स यापलीकडे कोणतीच तार्किक संगती जाणवत नाही.''

''तरीही माणसं या विसंगतीला शास्त्र मानतात!'' विशाल

आश्चर्यानं म्हणाला.

''अरे बाबा, सध्या विज्ञानाची चलती आहे ना. मग प्रत्येक गोष्टीला बादरायण संबंधानं का होईना लावला विज्ञानाचा आधार. आणि द्या त्याचं शास्त्र करून असं चाललंय.''

''म्हणजे वडाची सालं पिंपळाला लावून आपण नवीन कलमं शोधून काढल्याचा दावा करण्यासारखं झालं हे.''

''म्हणूनच म्हणालो बेटा, विज्ञानाची कास धर आणि अभ्यास करून प्रगतीच्या वाटेवरील वाटसरू हो.''

*

शुक्राची चांदणी

संध्याकाळ झाली होती. सूर्य अस्ताला गेला होता. आकाशातील रंगीत छटा धूसर होऊ लागल्या होत्या. रात्र काळोखाचं साम्राज्य पसरवायला लागली होती. अशा उल्हसित समयी काका आणि विशाल गच्चीवर गप्पा मारत बसले होते. पश्चिम क्षितिजावर चंद्राची कोर दिसत होती. आणि त्याजवळच एक तेजस्वी चांदणीही.

''काका हा तारा या सांजवेळीही कसा झगझगीत प्रकाश देत लुकलुकतोय. जणू काही आकाशात लटकावलेला आकाश कंदीलच.''

''तो तेजस्वी आहे आणि लुकलुकतोय याचा अर्थ तो ताराच आहे असा होत नाही. तो आहे शुक्र ग्रह. त्याच्या तेजस्वी आणि लुकलुकण्याच्यामुळेच कवींनी त्याला शुक्राची चांदणी म्हटलंय.''

''अहो, पण ग्रह लुकलुकत नसतात ना? त्यांच्यावर सूर्याचा प्रकाश पडून तो परावर्तित होतो त्यामुळे ते तेजस्वीही दिसत नाहीत. मग शुक्र तर तेजस्वी आहे हे कसं काय?''

''शुक्रावर जवळजवळ दहा कि.मी. जाडीचं ढगांचं आवरण आहे. आणि तेही शुक्रापासून आठ कि. मी. उंचीवर. त्यामुळे होतं काय की प्रकाशकिरण शुक्राच्या या आवरणावर आदळूनच मोठ्याप्रमाणात परावर्तित होतात. आता या ढगांच्या आवरणातील विविध थरांतून हे किरण परावर्तित झाल्यामुळे अनियमित परावर्तन घडतं. त्यांच्या हालचालीतून हे किरण परावर्तित झाल्यामुळे शुक्र

आपल्याला लुकलुकताना दिसतो आणि तेजस्वीही.

''म्हणजे शुक्रावरील वातावरण बऱ्याच उंचीपर्यंत तसंच घनदाटही आहे म्हणायचं पृथ्वीवरील ढगांची जागा पृथ्वीपासून फक्त दहा ते बारा कि. मी. आहे. त्यामुळे सूर्यकिरण सहज पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचू शकतात. तसं शुक्रावर होत नाही असंच ना काका?''

''बरोबर आहे. काही शास्त्रज्ञांचं तर असं म्हणणं आहे की, शुक्रावरील या ढगांमध्ये मोठ्या प्रमाणात पाणी आणि बर्फाचे कणही असावेत. पण त्यांचं हे म्हणणं रशियानं सोडलेल्या 'व्हिनस-८' या यानानं खोडून काढलंय. या यानातील उपकरणांनी असं शोधून काढलं की, शुक्राचे हे ढग सल्फर, पारा, आयोडीन आणि ब्रोमिन या मूलद्रव्यांपासून बनलेले आहेत. आणि ही मूलद्रव्यं द्रवाच्या कणांच्या स्वरूपात ढगात असतात.''

''जसं पृथ्वीवरील ढगात बाष्पाचे कण असतात तसं. होय ना?''

''आणि असंही आढळून आलं की, त्या ढगांमध्ये पाण्याची वाफ अत्यंत थोड्या प्रमाणात आहे.''

''याचा अर्थ काका, तिथलं तापमानही प्रचंड असलं पाहिजे. नाहीतर ढगांमध्ये तुम्ही सांगितलेल्या मूलद्रव्यांचे बाष्पयुक्त कण तयार होतीलच कसे?''

''हो नं. शुक्राच्या पृष्ठभागावरच तापमान सुमारे पाचशे अंश सेल्सियस एवढं प्रचंड आहे. या तापमानात कोणताही धातू तांबडा

भडक होतो आणि द्रवावस्थेत जाण्याच्या मार्गावर तर काही द्रवरूपातच जातात. एवढंच काय पण तिथल्या वातावरणाचा दाबही पृथ्वीच्या वातावरणाच्या दाबापेक्षा शंभरपटीनं जास्त आहे.''

''म्हणजे पृथ्वीवर पारद स्तंभाची उंची ७६ सें. मी. असते. त्याला आपण एकक वातावरण दाब म्हणतो.'' विशालनं पुस्तकातील 'वातावरणाचा दाब' या धड्यात शिकलेलं वाक्य पाठ म्हणून दाखवलं. तो पुढे म्हणाला, ''याच हिशोबानं शुक्रावरील एकक वातावरण दाब शंभर पटीनं जास्त म्हणजे ७,६०० सें. मी. एवढा प्रचंड झाला की.''

''याची माहिती होण्यासाठी १९७२ साल उजाडावं लागलं. कारण २२ जुलै १९७२ साली 'व्हिनस - ८' हे यान प्रथमच शुक्राच्या पृष्ठभागावर उतरत होतं. तोपर्यंत शुक्राचा अभ्यास निव्वळ दुर्बिणीच्या निरीक्षणांच्या आधारावर चालला होता. तर या व्हिनस यानातून पॅरेशूटच्या साहाय्यानं उपकरणांनी सुसज्ज अशी कुपी शुक्र जमिनीवर उतरवण्यात आली. ती शुक्राचा दिवस असलेल्या भागात. तिथली माती आणि खडकांचा अभ्यास करून, विद्युत चुंबकीय लहरींच्या साहाय्याने पृथ्वीवरील प्रयोगशाळांमध्ये निष्कर्ष पाठविण्यात आले. त्यात त्यांना असं दिसलं की, शुक्रावर हैड्रोजन आणि त्याचं भावंड युरेनियम यांचं अस्तित्व आहे. आता हे हैड्रोजनचं अस्तित्व आलं कुठून? हा प्रश्न सोडविताना त्यांच्या असं लक्षात आलं की, सूर्यातून बाहेर पडणारे जे नीलातीत किरण आहेत —''

'नीलातीत म्हणजे अल्ट्राव्हायोलेट किरणच ना?''

''हो, तर ते किरण शुक्राच्या ढगांमध्ये खूप खोलवर शिरतात

आणि तिथल्या पाण्याच्या वाफेचं हैड्रोजन व ऑक्सिजनमध्ये रूपांतर करतात. हैड्रोजन हलका असल्यानं अवकाशात निघून जातो. तर ऑक्सिजनची तिथल्या खडकांबरोबर क्रिया होऊन ऑक्साईड्स तयार होतात. या नीलातीत किरणांच्या प्रक्रियेतूनच ड्युटेरियमचीही निर्मिती होते.''

''अच्छाऽ! म्हणूनच तिथं पाण्याचं प्रमाण कमी झालंय म्हणायचं.''

''या व्हिनस यानानं पृष्ठभागावर पडणाऱ्या सूर्यकिरणांची तीव्रताही मोजली बरं का. तेव्हा ती अत्यंत कमी दिसली. म्हणजे असं बघ की, आपल्याकडे पावसाळ्यात जसं दिवसाही अंधारतं. अशा वेळेस जशी प्रकाशाची तीव्रता कमी असते तसं शुक्रावर नेहमीच असतं.''

''याचं कारण म्हणजे तिथलं घनदाट वातावरण असेल नाही?''

''खरंय तुझं म्हणणं. या घनदाट थरामुळे शुक्र जवळजवळ साठ टक्के प्रकाशकिरण परावर्तित करतो. म्हणजे फक्त चाळीस टक्केच प्रकाश शुक्र पृष्ठभागापर्यंत पोहोचतो. मग असं अंधारलेलं वातावरण राहणार नाही तर काय!''

''पण मग शुक्रावर एवढं जास्त तापमान का आहे? तो सूर्याच्या जवळ आहे म्हणून?''

''नाही. तेवढं एकच कारण नाही. शुक्रावरील दाट वातावरण हेच पुन्हा त्याला उत्तर आहे.''

'ते कसं काय?''

''हे जे शुक्रावरील ढग आहेत ना ते एखाद्या जाड गोधडीच्या पांघरुणासारखं काम करतात. थंडीच्या दिवसांत नाही का तू गोधडी घेऊन झोपत. अशा वेळी तुझ्या शरीरातील उष्णता बाहेर पडू शकत नाही. आणि तुझा थंडीपासून बचाव होतो. तसंच सूर्याची उष्णता शुक्रपृष्ठावर पोहोचल्यानंतर या ढगांमुळे ती पुन्हा अवकाशात उत्सारित होऊ शकत नाही. त्यामुळे त्याच्या पृष्ठभागावरील तापमान वाढतच जातं.''

''मग पृथ्वीवरचं तापमान ढगांचं असं आवरण नसतानाही कसं वाढतंय?''

''त्याचं कारण वाढतं प्रदूषण. त्यामुळे कार्बन डायऑक्साईडचं प्रमाण वाढलंय. आणि हा वायू उष्णता उत्सर्जनाला अडथळा निर्माण करतो. शुक्रावरसुद्धा कार्बन-डाय-ऑक्साईड ही क्रिया करत असतो. म्हणूनही तिथलं तापमान आणि दाबही जास्त आहे. पृथ्वीवर होतं काय की या वायूचं शोषण तिथल्या खडकांकडून केलं जातं आणि कॅल्शियम कार्बोनेटचे खडक तयार होतात. तसं शुक्रावर घडत नाही. आणि घडलं तरी फार थोड्या प्रमाणात. त्यामुळे तिथल्या कार्बन-डाय-ऑक्साईडचं प्रमाण वाढतच राहतं मग ते उष्णता संशोधनाचं काम करून तिथलं तापमान वाढवतं.''

''एकंदरीत 'दुरून डोंगर साजरे' या म्हणीप्रमाणे शुक्र लांबूनच मोहक दिसतो म्हणायचं. जवळून तर तो दाहकच आहे.''

क्षणभर कुणीच काही बोललं नाही. अंधार एव्हाना वाढलेला होता. शुक्राची चांदणी ठळकपणे आकाशात लक्ष वेधून घेत होती.

अचानक काहीतरी विशालला आठवलं. त्यानं काकांना विचारलं.

''काका, शुक्र हा बुधासारखाच अंतर्ग्रह आहे. म्हणजे त्याचंही अधिक्रमण होत असणार. नाही का?''

''हो नं. साधारणतः एकशेतेरा ते एकशेवीस वर्षांच्या अंतरानं त्याचं सूर्यबिंबावरून जाणं होतं. आणि होणारी अधिक्रमणं ८ जून २००४ आणि ५ किंवा ६ जून २०१२ या दिवशी दिसतील.''

''काका, शुक्राच्या चंद्राप्रमाणे कलाही दिसतात म्हणे.''

''चंद्राप्रमाणेच त्याचीही क्षय आणि वृद्धी झालेली आपणास या कलांच्या रूपानं दिसते. खरं तर आकारानं शुक्र जवळजवळ पृथ्वी एवढाच पण वाटतो मात्र चंद्रासारखा.''

''आणि ढगांच्या दाट आवरणांनी आच्छादलेला असल्यामुळे लांबून दिसतो बुरखा घातलेल्या सुंदरीसारखा.''

*

शोध पृथ्वीच्या गतीचा

विशाल सहामाही परीक्षा जवळ आल्यामुळे जोमानं अभ्यास करीत होता. त्यासाठी त्यानं विषयवार वेळापत्रकही तयार केलं होतं. आज त्याचा भूगोलाचा अभ्यास चालू होता. अभ्यास करता करता त्याचं काकांना शंका विचारणं चालूच होतं. काकाही त्याला सोप्या भाषेत समर्पक उत्तरं देऊन त्याचं शंकासमाधान करीत. काकांनी त्याची जिज्ञासूवृत्ती कधीच दाबून टाकण्याचा प्रयत्न केला नव्हता. उलट त्यानं हजारो शंका विचाराव्यात, त्याच्या डोक्यात 'का' ची वादळं उठावीत म्हणून ते त्याला विविध माहिती देऊन प्रोत्साहित करत होते.

''काका, जपानला ज्वालामुखी आणि भूकंपाचा देश का म्हणतात हो?'' विशालनं वाचता वाचता काकांना विचारलं.

''पृथ्वी जरी वरून शीत दिसली नं तरी तिच्या अंतर्भागात प्रचंड खळबळ चाललेली असते. तिच्या पोटात प्रचंड उष्णता असते. एवढी की सगळ्या खडकांचा तिथं फक्त रसच असतो. पृथ्वीचं कवच म्हणजे पृष्ठभाग जिथं मऊ असतो तिथून तो सहज वर येऊ शकतो. पोटातील प्रचंड दाबामुळे अशा मऊ भागातून वर येताना तो कारंजासारखी उसळी मारतो आणि आपण म्हणतो ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला. तर कधीकधी उद्रेक होण्याऐवजी जमिनीला भेगा पडतात; किंवा नुसती जमीन थरथरते. अशा वेळेस आपण म्हणतो की भूकंप झाला.''

''हे म्हणजे भुसभुशीत मातीतून उंदरानं बिळावरून माती उडवून डोकं बाहेर काढावं आणि जगाकडं टुकटुक पाहावं तसं झालं.

''वाऽ उपमा पण काय झकास दिलीयस!'' काका खूश होत म्हणाले.'' चिनी लोकांचं या भूकंपाबद्दल निरीक्षण आहे की, भूकंप होण्यापूर्वी वन्य प्राण्यांना त्याची जाणीव होते. अमेरिकेतील काही शास्त्रज्ञांनी या निरीक्षणावर आधारित काही प्रयोग करून पाहिले. चीनमधील तान-सी-लेन या परिसरात १४ जुलै १९६९ रोजी ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला होता. साधारणपणे जिथं ज्वालामुखीचा उद्रेक होतो तिथं नंतर काही काळ अधनंमधनं भूकंपाचे धक्के बसत असतात. याच काळात ही अमेरिकन तुकडी तिथं पोहचली. तेव्हा त्यांना असं आढळलं की, भूकंप होण्याच्या आधी सुमारे दोन तास सिंह, घोडे, डुकरं, मेंढ्या आणि उंदीरसुद्धा काही विचित्र हालचाली की ज्यामुळे त्यांची अस्वस्थता जाणवावी अशा हालचाली करू लागले. सुयोग्य निवाऱ्याच्या शोधात सैरावैरा धावू लागले. प्राणीसंग्रहालयातील प्राणीही आपापल्या पिंजऱ्यातून बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करू लागले. त्यांच्यासाठी बांधलेल्या घरांच्या बाहेर पडून ते पिंजऱ्यातच सैरावैरा पळू लागले.''

''त्यांचं वागणं भूकंप होणार याची सूचना देणारं होतं असं कशावरून म्हणता येईल काका?''

''कारण त्यानंतर तासाभरातच तिथं भूकंप झाला.''

''याचा अर्थ प्राण्यांना त्याची आधी सूचना मिळत असावी. पण ती कशी काय? मनुष्य हाही प्राणीच आहे. मग आपल्याला कसं कळत नाही आधी?''

''हे बघ, प्रत्येक प्राण्याचं एक वैशिष्ट्य असतं. मानवाला

बुद्धी आहे तशी इतर प्राण्यांना आहे का? मांजराला अंधारात जेवढं दिसतं तेवढं माणसाला दिसतं का? कुत्र्याला जे आवाज ऐकू येतात त्यातील काही आवाज आपण ऐकू शकत नाही. पाऊस येण्यापूर्वी गाढव आपले कान उंच करतं. अशा वेगवेगळ्या वैशिष्ट्यांमुळे काही गोष्टी प्राण्यांना आधी कळतात.''

''भूकंप म्हणजे ज्योतविरहित वणवा, असं कुठेतरी वाचल्याचं आठवतयं खरं काका. पण मुळात पृथ्वीच्या पोटात ही हालचाल सतत का चालू असते हो?''

''पृथ्वी स्वत:भोवती फिरत सूर्याभोवतीही फिरतेच हे तुला माहीतच आहे. सूर्यावरून येणाऱ्या वैश्विक, विद्युतचुंबकीय किरणांमुळे पृथ्वीभोवती एक चुंबकीय वलय तयार झालेलं आहे. या सगळ्यांचा परिणाम म्हणून ती झोके घेत घेत किंवा झोकांड्या खात खात फिरतेय.''

''म्हणजे दारुड्या माणसासारखी. तर मग ती कुठेतरी जाऊन आदळायला हवी.''

''नाही. ती जरी झोके घेत असली तरी सूर्याच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणानं तिला बांधून ठेवलंय. तिच्या या हालचालीमुळं खंडच्या खंडांनी आपल्या जागा बदलल्या आहेत.''

''म्हणजे आजचे खंड पूर्वी असे नव्हते म्हणता!'' विशालनं आश्चर्यानं विचारलं.

''हो नं. साधारणत: ३०० कोटी वर्षांपूर्वी उत्तर अमेरिका, युरोप आणि आशिया खंड हे एकसंघ होते. त्याला 'ल्युरेशिया' असे म्हणतात. हे झालं उत्तर गोलार्धातलं आणि दक्षिण गोलार्धात दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया अंटार्टिका आणि भारत एकसंघ होते.''

''काय भारत दक्षिण गोलार्धात होता!'' विशालनं पुन्हा आश्चर्यचकित होत विचारलं, ''पण सध्या तर भारत उत्तर गोलार्धात आहे.''

''हे सगळं घडलं ते पृथ्वीच्या हालचालीमुळे. पण ही फार नंतरची कथा झाली. तर अशा या दक्षिण गोलार्धातील जमिनीला 'गोंडवणा खंड' असं म्हणतात.''

''हे कशावरून? आणि दुसरं म्हणजे पूर्वी फक्त दोनच खंड होते म्हणायचे.''

''आज जरी हे खंड वेगवेगळे दिसत असले तरी त्यांच्या खडकांच्या अभ्यासावरून भूगर्भ तज्ज्ञांनी हे शोधून काढलंय. या पृथ्वीच्या हालचालीमुळे नंतर अफ्रिका पश्चिमेकडे सरकली तर भारत पूर्वेकडे. त्यापूर्वी तिथं समुद्र होता. ह्या सरकण्यात समुद्राची जागा जमीन व्यापू लागली आणि भूपृष्ठांच्या दाबामुळे पर्वतांची निर्मिती झाली. युरोपातील आल्प्स पर्वत तर भारतातील हिमालय हे असेच निर्माण झाले. दोन खंड सरकत सरकत जेव्हा एकमेकांना भिडले तेव्हा त्यांच्यावर दाब पडला आणि हे पर्वत तयार झाले. म्हणून तर यांना घड्यांचे पर्वत म्हणतात. अर्थात हे काम सतत काही वर्ष चालू होतं आणि आजही चालू आहे. आजही हिमालयाची उंची दर वर्षाला साधारणपणे एका सेमीनं वाढतेय.''

''काय हिमालय वाढतोय!'' विशालला आज आश्चर्याचे धक्क्यावर धक्के बसत होते.

''पूर्वी जिथं समुद्र होता तिथं आज हिमालय आहे. म्हणूनच तर हिमालयात शंख शिंपले आजही सापडतात. आणखी एक गंमत म्हणजे तू भारताचा दक्षिण भाग आणि आफ्रिकेचा पूर्व भाग यांचं कधी निरीक्षण केलयंस का?''

''?'' विशालचा चेहरा गोंधळला.

''तू जर कल्पनेनं त्यांना जोडलंस तर ते बरोबर सलगपणे चिकटतील बघ. याचा अर्थ काय? तर कोट्यवधी वर्षांपूर्वी ते एकसंघच असले पाहिजेत.''

''याचा अर्थ काका, पूर्वीचा उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवही वेगळ्याच ठिकाणी असेल नाही?

''हो न. पृथ्वी आज जशी कललेली आहे तशीच काही पूर्वी नव्हती. पूर्वीचा उत्तर ध्रुव हा पश्चिम ऑस्ट्रेलियात होता तर दक्षिण ध्रुव हा आफ्रिकेतील सहारा वाळवंटात.''

''अरे, हे तर सगळं उलटपालटच आहे की!''

'हे होतं साधारण ४५० कोटी वर्षांपूर्वी. त्या वेळी पृथ्वीवर हिमयुग होतं. तसंच आजच्यापेक्षा पूर्वी पृथ्वीची हालचालही प्रचंड वेगात होत होती. हे हिमयुग संपतासंपतानाच तिथं सहारा वाळवंट तयार झालं. ४०० कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वीचा अक्ष बदलला. त्यामुळे उत्तर ध्रुव पॅसिफिक महासागरातून वर जपानकडे सरकला. आणि दक्षिण ध्रुव अंटार्टिकाकडे. नंतर २०० कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वीचा अक्ष आणखी बदलून आजच्या स्थितीत आला त्या वेळी उत्तर ध्रुव जपानकडून आजच्या स्थितीत येऊन पोहोचला.''

''पृथ्वीचा अक्ष हा दक्षिणोत्तर दिशेशी साडेतेवीस अंशांनी कललेला आहे हे आहे आमच्या भूगोलाच्या पुस्तकात.'' विशालन वाचलेली माहिती पुरवली.

''हळूहळू पृथ्वीचं आंदोळणं कमी होऊ लागलं. एव्हाना दोन खंडांचे पाच खंड पूर्ण तयार झाले होते. पर्वतांची निर्मितीही पूर्ण होत आली होती. हे सगळं घडलं साधारणपणे ५० कोटी वर्षांपूर्वी.''

''याचा अर्थ आजची पृथ्वीची रचना पन्नास कोटी वर्षांपूर्वीची आहे असं म्हणायचं.''

''हो. पण सतत बदल हा तर पृथ्वीचा स्थायीभाव. त्यामुळे आजही मंदगतीनं काही बदल होताहेत. आपला आजचा उत्तर ध्रुव हा सध्या वर्षाला अकरा सें.मी. या वेगानं उत्तर अमेरिकेतील कॅनडाकडे सरकतोय.''

''म्हणजे भविष्यकाळातही उलथापालथ होणार असं दिसतंय.''

तसंच हा सूर्यही आपल्या पृथ्वीला काही स्वस्थ बसू देत नाही. आपला सूर्य हा संपूर्ण ग्रहमालेला घेऊन आपल्या आकाशगंगेभोवती फेऱ्या मारतोय. आकाशगंगेभोवती एक फेरी पूर्ण करण्यासाठी सूर्याला $१०^{१६}$ एवढी वर्षं लागतात. ज्या वेळी सूर्य आकाशगंगेच्या चुंबकीय वादळात सापडतो तेव्हा त्याचा परिणाम सूर्यमालेवर होतो आणि पृथ्वीवर हिमयुग येतं. आणि सध्या सूर्य अशा आकाशगंगीय चुंबकीय वादळाच्या जवळ चाललाय. किंवा असं म्हण की, त्याचा परिभ्रमणाचा मार्ग तिथूनच जातोय.''

''बापरे! म्हणजे आता पृथ्वीवर पुन्हा हिमयुग येणार तर. मग

कसं व्हायचं? आपण सगळे मरून जाऊ की,'' विशाल प्रथम आश्चर्यानं आणि नंतर चिंतेनं म्हणाला.

''काही काळजी करायचं कारण नाही. मघापासून तुला ह्या बदलांचा काळ सांगताना कोट्यवधी वर्ष लागतात हे सांगतोय. शास्त्रज्ञांच्या मते हिमयुग यायला अजून दहा कोटी वर्ष अवकाश आहे. निसर्गाच्या या काळाच्या खिजगणतीत आपण कुठेतरी बसतो का?''

*

मंगळावर आदिजीव?

''काका, हा जो तांबूस रंगाचा दिसतोय तो मंगळ ग्रहच आहे ना?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. पण तो तांबूसच का दिसतो हे माहीत आहे का?''

''अ?....नाही.''

''मंगळावरील मातीत जे दगड आहेत ना त्यात लोखंडाचं प्रमाण जास्त आहे. आणि लोखंड गंजतं हे तुला माहीत आहेच. हा गंज कोणत्या रंगाचा असतो?''

''तांबडा. म्हणजे काका, तुम्हाला असं तर म्हणायचं नाही ना की, तिथले दगड गंजले. याचा अर्थ तिथं बाष्प आणि ऑक्सिजनही हवा. त्याशिवाय गंजण्याची क्रिया शक्यच नाही. आणि ऑक्सिजन, बाष्प असेल तर जीवसृष्टीही असायला हवी.''

''तुझ्यासारखाच तर्क करून १९ व्या शतकाच्या सुरवातीला शास्त्रज्ञांनी मंगळावर जीवसृष्टी असल्याचा दावा केला होता. तेव्हाचे शास्त्रज्ञ दुर्बिणीतून मंगळाचं निरीक्षण करीत. त्या निरीक्षणाद्वारे त्यांना असं दिसलं की, पाण्याची कमतरता असल्यानं ध्रुवांवर असणाऱ्या बर्फापासून जे पाणी तयार होतं तेच सगळीकडे पाटानं पोहोचवलं आहे. त्यासाठी मोठमोठे कालवे खणले आहेत. आणि ज्या अर्थी कालवे आहेत त्याअर्थी तिथं जीवसृष्टी नुसती साधीच नव्हे तर प्रगत जीवसृष्टी असली पाहिजे. एवढंच नव्हे तर केप्लरने १६१० साली मंगळाचे जे

दोन चंद्र शोधले होते; ते चंद्र नसून तिथली जीवसृष्टीनिर्मित कृत्रिम उपग्रह आहेत असंही १९ व्या शतकातील शास्त्रज्ञांनी ठासून सांगायला सुरवात केली होती.''

''मग काय झालं?'' विशाल एखादी अद्‌भुत कथा ऐकावी तशा तन्मयतेनं ऐकत होता.

''पण नंतर 'व्हायकींग' या अमेरिकन यानानं १९७४ साली मंगळाकडे कूच केलं आणि थोड्याच काळानंतर ते मंगळावर पोहचलं. त्या यानानं प्रत्यक्ष 'आखों देखा हाल'च आपल्याला सांगितला. त्यामुळे मंगळावरील प्रगत जीवसृष्टीच्या सगळ्या कल्पना धाडधाड कोसळल्या. तरीही अगदीच प्राथमिक स्वरूपाची सजीवांची सृष्टी असावी असा निर्वाळा मात्र व्हायकिंगनं दिला.''

''म्हणजे?'' विशाल जरा आश्चर्यानंच म्हणाला.

''असं बघ. मंगळ पृथ्वीपासून ४ कोटी १० लक्ष कि.मी. अंतरावर आहे. म्हणजे सूर्यापासून सुमारे १९ कोटी कि. मी. अंतरावर. याचा अर्थ तिथंही चांगलाच सूर्यप्रकाश पडत असेल. तसंच मंगळावर गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या दोन पंचमांश आहे. म्हणजे तिथंही वातावरण आहेच. तिथल्या वातावरणात कार्बन-डाय-ऑक्साईडचं प्रमाण जास्त तर इतर वायूंच प्रमाण त्यामानानं कमी आहे.''

''थोडक्यात काय पृथ्वी सदृश स्थिती आहे म्हणायची.''

''संपूर्णपणे नसली तरी वेगळ्या पातळीवर विचार करण्याइतपत नक्कीच आहे. तुला माहीतच आहे की, पृथ्वीवर काही सर्वच सजीव ऑक्सिजन घेत नाहीत. ऑक्सिजन हा प्राण्यांच्या

श्वसनासाठी जसा उपयुक्त आहे तसा कार्बन-डाय-ऑक्साईड वनस्पतींना तर नायट्रोजन काही विशिष्ट प्रकारच्या जिवाणूंना श्वसनासाठी उपयुक्त असतो. ज्याअर्थी मंगळावर कार्बन-डाय-ऑक्साईडचं प्रमाण आहे तेव्हा तशाप्रकारची जीवसृष्टी असणं संभाव्य आहे.''

''मग काका, व्हायकिंग यानानं हाच पाया धरून काही प्रयोग मंगळावर केलेच असतील ना?''

''हो नं. जर मंगळावरील मातीत वनस्पती असतील तर त्या ऑक्सिजन सोडतील आणि आदिजीव असतील तर कार्बन-डाय-ऑक्साईड. नाही का? तर असाच एक प्रयोग त्या यानातील उपकरणांनी केला. आणि त्यांना असं आढळलं की, तिथल्या मातीतून कार्बन-डाय-ऑक्साईड बाहेर पडत होता. त्याच बरोबर ऑक्सिजनही बाहेर पडत होता.''

''म्हणजे तिथं वनस्पती आणि आदिजीव दोन्हीही आहेत म्हणायचे.''

''थांब घाईनं असे निष्कर्ष काढणं धोक्याचं असतं. कार्बन-डाय-ऑक्साईड निघण्यासाठी काही दिवस जावे लागले तर ऑक्सिजन मात्र काही तासांतच बाहेर पडला. जिथं वनस्पतीचे अस्तित्व असते तिथं सावकाशपणे ऑक्सिजन बाहेर पडतो आणि आदि जीवांमधून सावकाशीनं कार्बन-डाय-ऑक्साईड.''

''याचा अर्थ तिथं वनस्पती नसून आदिजीवच असले पाहिजेत असा नाही का होत?''

''एवढ्या एकाच प्रयोगावरून पुन्हा फटकन निष्कर्षाप्रत

पोहोचता येत नाही, राजा. जलदगतीनं बाहेर पडणाऱ्या ऑक्सिजनची कारणमीमांसा जीवशास्त्रीय प्रक्रिया जशी असते तशी रासायनिक प्रक्रियाही असू शकते. मंगळाच्या पृष्ठभागावर सूर्याकडून येणारे अल्ट्राव्हायोलेट किरण सतत पडत असतात. ते हैड्रोजन पेरॉक्साईडची निर्मिती रासायनिक प्रक्रियेनं करू शकतात. मातीतील स्फटिकी दगडांमध्ये हैड्रोजन पेरॉक्साईडचं शोषण होतं. आणि जेव्हा हे दगड बाष्पामुळे ओलसर होतात तेव्हा या हैड्रोजन पेरॉक्साईडचं विघटन होऊन त्याचं ऑक्सिजन आणि पाणी यात रूपांतर होतं. अशाही प्रकारे ऑक्सिजन तयार होऊ शकतो.''

''आता आदिजीवांच्या अस्तित्वाचीही शक्यता नाहीशी झाली म्हणायची.''

''मंगळावरील मातीत आदिजीव आहेत की नाही हे पाहण्यासाठी त्यांनी आणखी एक प्रयोग केला. यानातील यांत्रिक हातानं मंगळावरील माती उचलून एका अशा उपकरणावर ठेवली की, ज्यात अमिनो आम्लं आणि काही अन्नाचे कण आहेत. हे अन्नाचे कण म्हणजे कार्बन, हैड्रोजन, ऑक्सिजन, नायट्रोजन अशा मूलभूत अन्नघटकांचे होते. त्यात काही प्रमाणात कार्बन - १४ या किरणोत्सारी मूलद्रव्याचाही समावेश होता. जर मंगळावर आदिजीव असतील तर ते हे अन्न खाऊन पचवतील. मग त्यामधून किरणोत्सारी कार्बन-डाय-ऑक्साईड बाहेर पडेल.''

''अच्छा ऽ अशी आयडीया केली होय !''

''आणि गंमत म्हणजे नंतर मातीतून लक्षात येण्याएवढा मोठ्या

प्रमाणात किरणोत्सार झालेला आढळला. यावरून आदिजीवांचं अस्तित्व आहे हे नक्की असं सिद्ध झाले.''

''पण मग तो हैड्रोजन पेरॉक्साईडच...''

''जर ही फक्त रासायनिक अभिक्रिया असती तर हैड्रोजन पेरॉक्साईडच्या परिणामानं अन्नकणांवर अभिक्रिया करून त्यांचं अणूंमध्ये रूपांतर झालं असतं. त्यातील काही अणू किरणोत्सारीही होऊ शकतात. पण तसं काही आढळलं नाही. म्हणून रासायनिक शक्यता बाद झाली आणि जीवशास्त्रीय प्रक्रियेतूनच कार्बन-डाय-ऑक्साईड सावकाशपणे बाहेर पडला; हेही सिद्ध झालं.''

''या प्रयोगावरून आदिजीवाचं अस्तित्व कळलं पण वनस्पतीचं काय?''

''त्यासाठीही मंगळावर व्हायकींग यानातील उपकरणांनी प्रयोग केला. तुला माहीतच आहे की, वनस्पतींना अन्न तयार करण्यासाठी सूर्यप्रकाश, बाष्प आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईडची आवश्यकता असते. आणि या कर्बग्रहणातून त्या ऑक्सिजन बाहेर सोडत असतात. मंगळावरील वातावरणात ९५ टक्के कार्बन-डाय-ऑक्साईड आहे. तेव्हा यानातील एका कक्षात मंगळावरील माती घेतली. बाष्प आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईड यांचं योग्य प्रमाण कक्षात ठेवलं गेलं. मंगळावर जेवढा सूर्यप्रकाश असतो तेवढा त्या कक्षात कृत्रिमरीत्या सोडला गेला. म्हणजे आता या कक्षात मंगळावरील वातावरण तयार झालं. आणि प्रयोगाला सुरवात झाली. अपेक्षा अशी होती की जर वनस्पती मातीत असतील तर त्यांची वाढ व्हावी.''

"मग काय झालं?" उत्सुकतेनं विशालनं विचारलं.

"या कक्षात कार्बन-डाय-ऑक्साईडचे काही रेणू कार्बन -१४ या किरणोत्सारी मूलद्रव्याचेही होते. म्हणजे जर कर्बग्रहणाची क्रिया झाली तर त्यातून किरणोत्सार व्हावा. काही दिवसांनी असा किरणोत्सार झालाही. पण किरणोत्सार वनस्पतींच्या अस्तित्वाचाच आहे हे काही निश्चितपणे कळू शकलं नाही. आणखी काही इतर रासायनिक प्रक्रियांनीही निराशाजनकच उत्तरं दिली. म्हणजे असं की, जर वनस्पतीचं अस्तित्व असतं तर त्या मातीत काही कार्बनी संयुगेसुद्धा असायला हवीत की ज्यांच्यामुळं संजीवांचं अस्तित्व पक्कं होतं. पण तसंही मंगळावरील मातीत आढळलं नाही."

"म्हणजे वनस्पतींच्या अस्तित्वाची शक्यताच नाही म्हणायची."

"काही वर्षांनी अमेरिकेनं पुन्हा दुसरं 'व्हायकिंग यान' मंगळावर पाठवलं. ते पूर्वीच्या ठिकाणापासून ६,९०० कि.मी. अंतरावर उतरलं. तिथंही त्यानं असेच प्रयोग केले. त्यावरून शास्त्रज्ञांना असं आढळून आलं की, मंगळावरील मातीत आणि वातावरणात फक्त आदिजीवच राहू शकतात. वनस्पती आणि इतर प्रकारची जीवसृष्टी नाही."

"एकूण काय तर, मंगळावर आदिजीव आहेत हे निश्चित. याचा आधार घेऊन भविष्यात तिथं कृत्रिम वातावरण तयार करून माणसालाही राहायला हरकत नाही अशी आशा करायला वाव आहे. मंगळ हा ग्रह आपलं उद्याचं घर असू शकेल. नाही का काका?"

मंगळावरील अद्‌भुत आश्चर्ये

"काका, मंगळावर प्रचंड ज्वालामुखी आहेत असं आमचे सर सांगत होते. त्यामुळे तिथं उंचच उंच पर्वत आणि खोलच खोल दऱ्या निर्माण झाल्यायत." शाळेत सरांनी सांगितलेली माहिती ऐकून विशालच्या मनात मंगळाविषयी कुतूहल निर्माण झालं होतं.

"पण हे ज्वालामुखी मृत आहेत. मंगळावर सध्या एकही ज्वालामुखी जागृत नाही. पृथ्वीसारखं आणखी एक वैशिष्ट्य म्हणजे मंगळाच्या उत्तर गोलार्धात त्यांची संख्या जास्त आहे तर दक्षिण गोलार्धात उल्कापातामुळे चंद्रावर असणाऱ्या विवरांसारखी मोठमोठी विवरं आहेत. मंगळावरचे ज्वालामुखीही अवाढव्य आहेत. एवढे की, त्यांच्यापुढे पृथ्वीवरील ज्वालामुखी म्हणजे चहाची कपबशी! आणि पर्वतांची उंचीही एवढी प्रचंड की मुंगीला जसं मातीचं ढेकूळ पर्वत वाटतं, तसं तिथल्या पर्वतांपुढे पृथ्वीवरील पर्वत म्हणजे मातीची ढेकळंच. फार तर लहानशा टेकड्या म्हण हवं तर. तसंच खोल खोल दऱ्या म्हणजे किती खोल, त्यांच्यापुढे पृथ्वीवरच्या दऱ्या म्हणजे बादलीएवढ्या खोल दिसतात!"

"बापरे! म्हणजे मंगळावर निसर्गाचं रौद्ररूप जास्त आहे म्हणायचं. पृथ्वीवरून तर किती सुंदर तांबूस रंगाचा दिसतो तो!"

"निसर्गाचं हे रौद्ररूप असलं ना, तरी त्यात एक प्रकारची भव्यता आहे. अशी भव्यता की जी संपूर्ण सूर्यमालेत कुठल्याही ग्रहावर आणि उपग्रहावर सापडत नाही. मंगळावर 'थार्सिस प्रदेश' नावाचा जो

भाग आहे तो म्हणजे पाच हजार कि.मी. लांबीचं आणि सात कि.मी. उंचीचं, अवाढव्य विस्ताराचं पठार.''

''आपल्या महाराष्ट्रातलं दख्खनचं पठार यांच्यापुढे अगदीच खुजं आहे. त्यांच्यापुढं हे पठार म्हणजे धरणाची लहानशी भिंत!''

''याच पठारावर 'ॲक्रियस मॉन्स', 'पॅव्होनिस मॉन्स' आणि 'ऑर्सिया मॉन्स' अशी नावं असलेल्या पर्वतांची रांग आहे.''

''काय कठीण नावं आहेत हो ही. लक्षात ठेवायलाही अवघड आहेत.''

''ही सगळी नावं ग्रीक शब्दांवरून तयार करण्यात आली आहेत. जसं आपल्याकडे संस्कृतमधून मूळ शब्द घेऊन मराठी शब्द तयार करतात नं तसं. तर सांगायचा मुद्दा असा की, हे सगळे पर्वत ज्वालामुखीपासून तयार झालेयत. यातील पॅव्हेनिस पर्वताचा पाया सरासरी ४०० कि.मी. व्यासाचा आहे. आणि उंची मात्र २१ कि.मी.

''वॉव ऽऽ पाया मुंबई ते जळगाव एवढ्या अंतराचा तर उंची मात्र माऊंट एव्हरेस्टच्या जवळजवळ अडीच पट कमालच आहे! मला वाटलं होतं की जगातला सर्वांत उंच पर्वत एव्हरेस्टच आहे.''

''कोण नाही म्हणतं. तुझ्या जगात म्हणजे पृथ्वीवर ते खरंय, पण मंगळावर म्हणजे सूर्यमालेच्या जगात एव्हरेस्टपेक्षाही उंच पर्वत आहेत. या पॅव्होनिसपेक्षाही उंच पर्वत मंगळावर आहे. त्याचा पायथा ६०० कि.मी. व्यासाचा आहे तर उंची २७ कि.मी.

''छे! छे!! काय अवाढव्यता आहे! पर्वताची पायथ्याची रुंदी मुंबई ते गोवा एवढ्या अंतराची तर उंची एव्हरेस्टच्या तिपटीपेक्षाही

थोडीशी जास्तच. कुठे २९ हजार फूट उंचीचा एव्हरेस्ट आणि कुठे ९० हजार फुटांची उंची असलेला... काय बरं नाव आहे या पर्वताचं काका?''

''याला नाव दिलंय 'ऑलेम्पस पर्वत' संपूर्ण सूर्यमालेत याच्या एवढ्या उंचीचा कुठेही पर्वत नाही.'' ''नाव पण काय सार्थ दिलंय.'' 'ऑलंपिक'च्या स्पर्धा म्हणजे जगातील सर्वांत मोठ्या आणि सर्वोत्कृष्ट मानाच्या तसंच या ऑलेम्पसचं.

''त्याच्या पुढे एव्हरेस्ट म्हणजे खरोखरच लहानशी टेकडी वाटावी, एवढी प्रचंडता आहे त्याची!'' विशाल अभावितपणे उद्‌गारला.

'हे झालं पर्वताच्या उंचीबाबत. आता मंगळावरील दऱ्यांकडे वळूया. मंगळाच्या दक्षिणेला 'मरीनर' नावाचं एक खोरं आहे. या ठिकाणी खोलखोल पाताळात डोकावणाऱ्या दऱ्या आहेत. मागे काश्मिरला जाताना जम्मू ते श्रीनगर प्रवासात बस घाटातील रस्त्यामधनं धावत असताना कधीकधी सतलज नदी नाही का खोऽल दरीतून खळाळत वाहताना दिसत होती किंवा नेपाळला गेलो असताना आपण 'पोखरा व्हॅली'त नाही का १० कि.मी. लांबीची पृथ्वीला चीर पडलेली शंभर ते दीडशे कि.मी.ची दरी पाहिली? त्या दऱ्या म्हणजे काहीच नाहीत असं म्हणायची पाळी येते मंगळावरील दऱ्या पाहताना.''

''हो चांगलंच आठवतंय ते दृश्य मला अजूनही. त्यानंतर घरी आल्यावर तुम्ही मला त्यापेक्षाही खोल असलेल्या अमेरिकेतील 'ग्रॅंड कॅनयन'ची चित्रंही दाखवली होतीत.''

''झकास. तर या मरिनर खोऱ्यातील एका दरीची लांबी पाच हजार कि.मी. असून खोली आहे पंचवीस हजार फूट.''

''म्हणजे काका, या खोलीत अख्खा एव्हरेस्ट सामावून जाईल की! पृथ्वीवरील दऱ्या म्हणजे मंगळावरील दऱ्यांच्या मानानं अगदीच 'ह्या' आहेत. जणू काही कलिंगडाला मारलेली चीरच!''

''व्वा. उपमा तर सुंदरच दिली आहेस पृथ्वीवरील दऱ्यांना तू. मंगळावरील दऱ्यांची रुंदीही प्रचंड असते. एवढी की, तिच्या एका टोकावर तू उभा राहिलास तर पलीकडचं टोक तुला दिसणार नाही. जवळजवळ २५० कि.मी. भरते ती रुंदी काही ठिकाणी. म्हणजे बघ, या दऱ्यांमध्येसुद्धा अनेक छोटे मोठे डोंगर दिसतात, टेंगळं आल्यासारखे!''

''याचा अर्थ काका, कुठंतरी झीज आणि त्याचा परिणाम म्हणून कुठंतरी भर. या न्यायानं मंगळाच्या दक्षिण गोलार्धात प्रचंड दऱ्या असल्यामुळे उत्तरगोलार्धात प्रचंड पर्वत तयार झाले असावेत. नाही?''

''शास्त्रज्ञांचाही असाच अंदाज आहे. सुमारे दहा कोटी वर्षांपूर्वी ही उलथापालथ मंगळावर झाली असावी असा अंदाज त्याचा अभ्यास केल्यावर शास्त्रज्ञांनी केलाय.''

''काका, मंगळावर पाणी नाही हे तुम्ही मला सांगितलंय. पण तिथं उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवावर बर्फ तर आहे.''

''आलं लक्षात तुला काय म्हणायचंय ते. सूर्याच्या उष्णतेनं मंगळावरील ध्रुवप्रदेशातील बर्फाचं पाणी कसं होत नाही असंच म्हणायचं आहे ना तुला. पण इथं तीच तर गंमत आहे. मंगळावर

सूर्याच्या उष्णतेनं बर्फाचं पाणी होत नाही तर बर्फाची एकदम वाफच होते.''

''अँ! हे म्हणजे संप्लवनच झालं की पाण्याचं. कोणत्याही घन पदार्थाचं उष्णतेमुळे द्रवात रूपांतर न होता एकदम वायूरूप अवस्थेत उडी मारणाऱ्या रूपांतराला 'संप्लवन' म्हणतात. पण बर्फ हा काही संप्लवनशील पदार्थ नाही कापरासारखा. पण मंगळावर हे कसं काय घडतं?''

''त्याचं कारण मंगळावरील हवेचा दाब. तो एवढा कमी आहे की, पृथ्वीवरील हवेच्या दाबाशी तुलना केली तर तो शंभर पटीनं कमी भरतो.''

''पृथ्वीवर समुद्रसपाटीला हवेचा दाब आहे ७६ सेंमी. पारदस्तंभाच्या उंची एवढा. शिकवलंय आम्हाला शाळेत. यालाच 'एकक वातावरण दाब' असंही म्हणतात. आता याप्रमाणे मंगळावर शंभरपटीनं कमी म्हणजे ०.७६ सेंमी. एवढासाच झाला की हवेचा दाब!'' विशालनं ताबडतोब गणिती आकडेमोड केली.

''आता तुझ्या लक्षात येईल की, जर हवेचा दाब अत्यंत कमी असेल तर कोणताही पदार्थ द्रवरूप अवस्थेत टिकून राहू शकत नाही. म्हणूनच मंगळावर बर्फाचं पाणी न होता एकदम वाफेत रूपांतर होतं. मंगळाच्या ध्रुवांवरच बर्फ आहे असं नाही तर त्याच्या भूपृष्ठाखालीही बर्फाचे प्रचंड साठे गोठलेल्या अवस्थेत आहेत. आणि कमी तापमानामुळे ते कित्येक हजार वर्ष त्याच स्थितीत राहिले आहेत. एवढंच काय पण कमी तापमानामुळे तिथं पाण्याच्या बर्फाबरोबरच कार्बन-डाय-ऑक्साईड

या वायूचाही बर्फ असतो.''

''कमी तापमान म्हणजे किती कमी हो काका? आणि हवेचा दाब कमी म्हणजे गुरुत्वाकर्षणही कमीच. नाही का काका?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. मंगळाच्या विषववृत्तावर उन्हाळ्यातच काय ते २६ अंश सेल्सियसपर्यंत वर चढतं तापमान. पण सर्वसाधारणपणे ते नेहमीच -३० ते -१३० अंश सेल्सियस एवढं शून्याखाली असतं.''

''अच्छा, म्हणूनच या तापमानात कार्बन-डाय-ऑक्साईडचं बर्फ होतं म्हणायचं. या प्रकारच्या बर्फाला 'ड्राय आईस' किंवा 'शुष्क बर्फ' म्हणतात, काका. आहे आमच्या पुस्तकात ते. शीतक म्हणून त्याचा वापर करतात.''

''येस माय डियर! आता हवेचा दाब कमी असण्याचं कारण गुरुत्वाकर्षण कमी आहे हे तू म्हणालास नाही का ते अगदी योग्य आहे. पृथ्वीच्या तुलनेत मंगळाचं गुरुत्वाकर्षण फक्त दोन पंचमांश आहे.''

''म्हणजे माझं वजन पृथ्वीवर ४० किलो आहे ते मंगळावर फक्त १६ किलोच भरेल. व्वा! म्हणजे मी अगदी हलकाच होऊन जाईन तिथं. मग बरोबर आहे, तिथं वातावरण विरळ आहे ते.''

''हो नं. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ३० किमी उंचीवर जेवढा हवेचा दाब आहे नं तेवढाच काय तो मंगळाच्या पृष्ठभागावर आहे. त्यामुळे आपली साधी उडीही इथं मोठी उडी ठरते. कमी गुरुत्वाकर्षणामुळंच या ग्रहाच्या कचाट्यातून निसटणंही सोपं आहे. इथं मुक्तिवेग लागतो सेकंदाला फक्त ५ कि.मी.''

''पृथ्वीवर मुक्तिवेग आहे सेकंदाला अकरा कि.मी. म्हणजे काका, मंगळावरचा मुक्तिवेग याच्या जवळपास निम्मा आहे म्हणायचा. काका, या सर्व माहितीवरून मला आता असं वाटायला लागलंय की, तिथं असलेल्या बर्फापासून पाणी आणि ऑक्सिजन तयार करता येईल. मग मंगळावर वसाहती करणं काही कठीण काम नाही. नाहीतरी तिथं आदिजीव असण्याची शक्यता व्हायकिंग यानांनी वर्तवलीच आहे.''

''माणसानं अशाप्रकारे स्वप्ने रंगवली म्हणूनच तर त्याचा विकास झालाय एवढा. म्हणूनच म्हणतो आजची स्वप्नं कदाचित उद्याचं वास्तवही असू शकतं.''

*

लघुग्रहांच्या राज्यात

''काका, आपल्या सूर्यमालेतील नवग्रहांबद्दल तुम्ही मला सगळं सांगितलंत पण काही गोष्टींचा उलगडा मला हवाय. मंगळ आणि गुरू ग्रहांच्या दरम्यान लघुग्रहांचा पट्टा आहे म्हणे. तो कसा काय अस्तित्वात आला? उल्कापात का होतो? धूमकेतू म्हणजे काय? आपल्या विश्वाचा विस्तार किती आहे? झालंच तर सूर्याच्या अवतार समाप्तीविषयी....''

''अच्छा, अच्छा! म्हणजे तुला आता ग्रहगोलांच्याही पलीकडे डोकवायचंय. ओके ओके... आपण तुझ्या एकेका प्रश्नाचा सविस्तर विचार करू. कुठून सुरवात करायची ते तूच सांग.''

''मला आधी या लघुग्रहांबद्दल सांगा. त्यांचा समूह नेमका मंगळ आणि गुरू ग्रहांच्या दरम्यान का आहे? ते तर ग्रहांच्या चंद्रापेक्षाही अत्यंत लहान आहेत तरी त्यांना ग्रह का म्हणायचं?''

''काय आहे की, सूर्यमालेत जे ग्रह आहेत त्यांची अंतरं सूर्यापासून ठराविकच भरतात. हा निष्कर्ष केप्लर या खगोलविदानं गणिताच्या अभ्यासानं व ग्रहांच्या निरिक्षणानं काढून ग्रहगतीविषयी तीन नियम तयार केले.

''ते कोणते?''

''सांगतो, सांगतो, घाई करू नकोस. त्यानं असं मांडलं की, ग्रहांच्या कक्षा वर्तुळाकार नसून लंबवर्तुळाकार आहेत. थोडक्यात आडव्या अंड्यासारख्या. दुसरा नियम असा केला की, ग्रहांची गती ही

त्यांच्या कक्षेनुसार बदलत जाते. म्हणजे सूर्यापासून जो जो दूर जावं तो तो प्रत्येक कक्षेतील ग्रह कमी कमी वेगानं सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालतो. यावरून त्यानं गणित असं मांडलं की, सूर्य व ग्रह यांना जोडणारी एक काल्पनिक रेषा काढली तर ती समान कालात समान क्षेत्रफळ व्यापते. आणि तिसरा महत्त्वाचा नियम त्यानं सांगितला की, ग्रहाचा सूर्यापासूनच्या अंतराचा वर्ग आणि त्याच्या प्रदक्षिणाकालाचा घन याचं गुणोत्तर स्थिर असतं.''

''या नियमांचा लघुग्रहाशी काय संबंध?''

''तेच आता शांतपणे ऐक. सूर्यापासूनची ग्रहांची अंतरं तपासून पाहताना एक गमतीदार गोष्ट खगोलविदांच्या लक्षात आली की, प्रत्येक ग्रहाचं सूर्यापासूनचं सरासरी अंतर हे त्याच्या अलिकडील ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या दिडपट भरतं. या अनुमानाला धक्का दिला तो मंगळ आणि गुरू यांच्या कक्षांनी. या दोन ग्रहांच्यामध्ये बरीच मोकळी जागा राहते.''

''याचा अर्थ केप्लरच्या नियमानुसार असं म्हणायला हरकत नाही की, या दोन ग्रहांच्या मधल्या मोकळ्या जागेत निश्चितच एक ग्रह असला पाहिजे. हो नं काका?''

''अगदी बरोबर तर्क केलास. यामुळेच खगोलविद या नवीन ग्रहांच्या शोधामागे लागले. दरम्यानच्या काळात टिटियस आणि जे. इ. बोड यांनी एक अनुभवसिद्ध असा नियम शोधून शास्त्रीय जगतात धमाल उडवून दिली.''

''काय होता तो नियम?''

''आपण नाही का अभ्यास करताना काही युक्त्या वापरत. या युक्त्यामुळे बऱ्याचशा गोष्टी सूत्रबद्धतेनं लक्षातही राहण्यास मदत होते.''

''हो नं. नवाचा पाढा लक्षात ठेवायला एक स्थानचे अंक ९ ते ० पर्यंत उलट क्रमाने मांडून दहं स्थानचे अंक ० ते ९ पर्यंत सुलट क्रमाने मांडायचे. एकोणीसचा पाढा लक्षात ठेवण्यासाठी एकं स्थानच्या अंकांची मांडणी नऊच्या पाढ्यासारखीच करून दहं स्थानचे अंक मात्र १, ३, ५ अशा विषम संख्या चढत्या भाजणीत मांडायच्या की झाला १९ चा पाढा तयार. अशा आणखी युक्त्या शिकवल्यात आम्हाला सरांनी. तसंच काहीसं या टिटियस आणि बोडनी केलं काहो काका?''

''व्वाऽ! पाढे लक्षात ठेवायला चांगली युक्ती सांगितलीस. बोडनेही ग्रहांची सूर्यापासूनची अंतरं काढण्यासाठी अशीच एक साधी युक्ती केली. आणि तिला नियमात रूपांतरीत करायचा प्रयत्न केला. त्यानं असं म्हटलं की, ४ ही संख्या दहावेळा मांडून, पहिल्या ४ मध्ये ०, दुसऱ्या ४ मध्ये ३, तिसऱ्या ४ मध्ये ६, चौथ्या ४ मध्ये १२ याप्रमाणे दुप्पट होत गेलेले आकडे मिळवावेत. या बेरजेस प्रत्येक वेळी दहानं भागल्यास ग्रहांची खगोलशास्त्रीय परिमाणानुसार सूर्यापासूनची अंतरं मिळतात.''

''काका, हे खगोलशास्त्रीय परिमाण काय भानगड आहे हो?''

''भानगड-बिनगड काही नाही. ही अंतरं लक्षावधी-अब्जावधी कि.मी. भरतात हे तुला माहीतच आहे. एवढी प्रचंड अंतरं मोजण्यासाठी मग मोठ्या एककाची गरज लागते. कारण अशा एककात सांगणं किंवा मांडणं सोयीचं होतं. म्हणून सूर्य आणि पृथ्वी यांमधील अंतर १ एकक मानून जे अंतर मिळतं त्याला खगोलशास्त्रीय एकक म्हटलं जातं.''

''सूर्य आणि पृथ्वी यांमधील अंतर १४ कोटी १५ लक्ष ४ हजार कि. मी. आहे. हे अंतर एक मानायचं आणि या सूत्रानुसार इतर ग्रहांची अंतरं मांडायची असंच ना काका?''

''बरोबर तर या पद्धतीनं बोडनं सर्व ग्रहांची अंतरं काढली. त्यांतही त्याला मंगळ आणि गुरूच्यामध्ये एखादा ग्रह असावा असा निष्कर्ष काढता आला.''

''मग या नियमाला युक्ती का म्हणायचं?''

''त्याचं काय आहे की, हा नियम गणितशास्त्राच्या पायावर आधारलेला नव्हता. आणि दुसरं म्हणजे नंतर शोधल्या गेलेल्या नेपच्यून आणि प्लुटोच्या प्रत्यक्ष अंतरांत बरीच तफावतही आढळली. म्हणून या नियमाला ठोकताळा किंवा अनुभवसिद्ध युक्ती म्हणायची.''

''काही का असेना. त्याच्या या युक्तिनं मंगळ आणि गुरूच्या मधल्या पोकळीत ग्रह असावा ह्या निष्कर्षामुळे शास्त्रज्ञांना तो ग्रह शोधण्यासाठी स्फूर्ती तर मिळाली. आणि अनधितकृतपणे, मला वाटतं काका, इतर ग्रहांसाठीही शास्त्रज्ञ या युक्तीचा वापर करत असावेत.'' अभ्यासाला युक्त्या वापरण्याची हौस असलेल्या विशालनं आपल्या सोयीचं मत मांडलं.

''खरंय तुझं म्हणणं. या प्रयत्नातच अचानकपणे १ जानेवारी १८०१ रोजी सिसिलियन खगोलविद जी. पियाझी रात्री आकाशातील ताऱ्यांच्या निरिक्षणात गुंग झाले असताना वृषभराशीत त्यांना एक नवीनच तारा दिसला. सतत दोन/तीन रात्री निरीक्षण करता त्यांना तो

आपली जागा विशिष्ट मार्गाने बदलतो हेही कळलं. यावरून हा तारा नसून एक नवीनच ग्रह आहे हे त्यांनी ताडलं. त्याची खात्री पटताच त्याचं नाव त्यांनी 'सिरस' असं ठेवलं. त्यांची मातृभूमी 'सिसिली' होती तिच्या सन्मानार्थ त्यांनी 'सिरस' हे नाव त्याला देऊन मातृभूमीला अजरामर करून टाकलं. नंतर गॉस या खगोलज्ञानं या ग्रहाचा आयन मार्ग म्हणजे त्याच्या कक्षेचा भ्रमण मार्ग निश्चित केला. हा मंगळ आणि गुरूच्या दरम्यानच्या अंतरातला निघाला. त्याच आयन मार्गावर २८ मार्च १८०२ रोजी एच. ओल्बर्स या खगोलतज्ञाला असाच आणखी एक लहानसा ग्रह सापडला. त्याचं त्यांनी 'पलास' नाव ठेवलं. तर २ सप्टेंबर १८०४ रोजी के. एल. हार्डिंग यांना तिसरा त्यापेक्षाही लहानसा ग्रह याच पट्ट्यात सापडला. त्याला त्यांनी 'ज्युनो' नाव दिलं. पुढे २९ मार्च १८०७ रोजी ओल्बर्सनाच कन्या राशीत त्याच पट्ट्यात चौथा लहान ग्रह सापडला. त्याचं नाव ठेवलं गेलं 'व्हेस्टा.' अशा प्रकारे लागोपाठ एकेका लहान ग्रहाचं दर्शन ह्या ठराविक पट्ट्यात शास्त्रज्ञांना होऊ लागल्यावर एका ग्रहाऐवजी इथं अनेक लघुग्रह असावेत असा शास्त्रज्ञांनी विचार केला. आणि लघुग्रहांच्या शोधांची एक मालिकाच सुरू झाली. खगोलशास्त्रातील हे एक गमतीदार प्रकरण होतं.''

''हे ग्रह लहान म्हणजे किती लहान होते? तळ्याएवढे की विहिरी एवढे?''

''तुला विनोद वाटतोय पण खरंच अनेक लघुग्रह हे तळं वा विहीर एवढ्या आकाराचे आहेत. त्या सर्वात 'सिरस' हाच काय तो मोठा आहे. आणि मोठा म्हणजे तरी किती? ७६८ कि.मी. व्यासाचा. दुसरा क्रमांक लागतो पलासचा. त्याचा व्यास आहे ४८० कि.मी. तर तिसऱ्या क्रमांकावर आहे लघुग्रहांतील सर्वात तेजस्वी व्हेस्टा - ३८४ कि.मी. व्यासाचा.''

''मुंबई, पुणे शहराएवढ्या लहान आकाराच्या लघुग्रहांना दुर्बिणीनंही शोधणं कठीण गेलं असेल नाही? मग ५ आणि १० कि.मी. व्यासाच्या ग्रहांचा शोध कसा काय लावला हो त्यांनी काका?''

''माणसाची दिव्य दृष्टी दुर्बीण तर होतीच पण त्याचबरोबर छायाचित्रण कलाही कामाला आली. १९ व्या शतकाच्या मध्यापर्यंत फक्त पाचच लघुग्रह सापडले होते. कारण दुर्बिणीचीच मर्यादा. पण नंतर जसजसा मोठ्या आणि दूर पल्ल्याच्या दुर्बिणी उभारल्या जाऊ लागल्या, त्यांच्या सोबतच रेडीओ फोटोग्राफीची वाढ होऊ लागली तसतशी खड्याच्या आकारातील लहान लहान ग्रहांचाही शोध लावण्यात कमालीचं यश आलं. आजमितीस हजारोंनी लघुग्रह शोधले गेलेयत आणि दररोज त्यांच्यात भर पडतेय.''

''छायाचित्रणानं कसं काय शोधलं जातं हो?''

कोणत्याही ग्रहाची सापेक्ष स्थिती लागोपाठच्या चित्रात तीच दिसते. तर जागा बदलणाऱ्या ताऱ्यांच्या बाबतीत लागोपाठच्या चित्रात सापेक्ष स्थिती बदललेली दिसते. ह्या लघुग्रहांच्या फिरण्याच्या वेगामुळे तर त्यांच्या अनेक बिंदूंची मिळून एक रेषाच तयार होते. या प्रकारे ते शोधले जातात.''

'हे लघुग्रह म्हणजे जणू काय आकाशात उडणारे पर्वतच!

नाही का काका?''

''खरंच आहे तुझं म्हणणं. पर्वत जसे ओबडधोबड आकाराचे असतात तसेच ते लघुग्रहही. बरेचसे लघुग्रह हे वर्तुळाकार असले तरी ही वर्तुळं म्हणजे उंदरांनी कुरतडलेल्या कोपऱ्यांसारखी दिसतात तर काही चक्क आयताकृती वीटेसारखीही आहेत. उदा. १८९७ साली डॉ. जी. विट यांनी शोधलेला 'एरॉस' हा लघुग्रह ३२ कि.मी. लांब आणि १६ कि.मी. रुंदीचा आहे.''

''हा लघुग्रह जवळपास मुंबई बेटाच्या आकाराएवढाच आहे म्हणायचा.'' विशालच्या डोळ्यांसमोर त्या आकाराची वीट, आकाशात पर्वताप्रमाणे उडणारी, उभी राहिली. त्या विटेवर तो उभा आहे आणि आकाशसंचार करतोय अशा कल्पनेत तो गुंगून गेला.

''ओ महाशयऽऽ कुठे हरवलात!'' काकांनी त्याच्या डोळ्यांसमोर चुटकी वाजवत त्याला भानावर आणलं.

''मी लघुग्रहांच्या राज्यात फेरफटका मारायला गेलो होतो.'' विशाल जमिनीवर येत म्हणाला.

''या लघुग्रहांची संख्या जरी हजारोंनी असली तरी त्या सर्वांचं एकत्रित वजन पृथ्वीच्या एक हजारांशापेक्षा काही जास्त भरणार नाही बघ. हा लघुग्रहांचा पट्टा सुमारे ३४ कोटी कि.मी. अंशाचा आहे. याचे तीन मुख्य भाग असून त्यामध्ये मोकळ्या जागा आहेत. त्यांना 'कर्कवूड छेद' असे म्हणतात. कारण त्या कर्कवूडनं शोधून काढल्या. काही लघुग्रहांचे आयनमार्ग या पट्ट्याच्या बाहेरही गेलेले आढळले आहेत. उदा. 'हिडॅल्गो'चा आयनमार्ग लंब वर्तुळाकृती असून तो शनीच्या

कक्षेपर्यंत गेलेला आढळतो. शास्त्रज्ञांनी असा निष्कर्ष काढलाय की, १६० कि.मी. पर्यंत व्यास असणारे लघुग्रह फक्त २०च आहेत. ८० ते १६० कि.मी. व्यास असणारे सुमारे १५० लघुग्रह आहेत तर ८ कि.मी. ते ८० कि.मी. व्यासाचे हजारो लघुग्रह आहेत.''

''वाऽवा! म्हणजे हजारो पर्वत आकाशात उडताहेत तर! ही उडणारी बेटं म्हणजे विंचवाच्या पाठीवरचं बिऱ्हाडच आहे म्हणायचं. पण हे एवढे मोठ्या संख्येने झालेच कसे तयार?''

''त्याबद्दल मात्र अजूनही मतभेद आहेत. काहींच्या मताप्रमाणे एखादा तेजोमेघ थंड होत असताना त्यापासून असंख्य लहान मोठे तुकडे काही कारणांनी तयार झाले असावेत आणि ते पुन्हा एकत्रित होऊ न शकल्यामुळे सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणात अडकून सूर्याभोवती फिरू लागले असावेत. तर काहींच्या मते तिथं पूर्वी एखादा मोठा ग्रह सूर्यमालेच्या निर्मितीच्या वेळेस असावा. पण याच निर्मिती काळात तो गुरूच्या गुरुत्वाकर्षणात येऊन फुटला असावा. त्याचेच हे हजारो तुकडे म्हणजे लघुग्रह असावेत.''

''अच्छाऽ म्हणजे ते इतर ग्रहांसारखे सूर्याभोवती फिरतात म्हणूनच त्यांना ग्रह म्हणायचं आणि आकारानं अत्यंत लहान आहेत म्हणून त्यांना लघुग्रह म्हणायचं. होय ना काका?''

''यू आर परफेक्टली राईट माय डियर,'' काका खुशीत येऊन म्हणाले.

*

गुरूणाम् गुरू:

''काका, गुरू हा ग्रह आपल्या ग्रहमालेतील सर्वांत मोठा ग्रह ना? मग तो आकाशात शुक्रापेक्षाही लहान का दिसतो?''

''मोठा म्हणजे किती माहिताय. पृथ्वीच्या मापात मोजायचं ठरवलं तर जवळजवळ १,३०० पृथ्व्यांचा मिळून जेवढा गोल तयार होईल तो गोल गुरूएवढा असेल.''

''बापरे, म्हणजे गुरूमध्ये १,३०० पृथ्व्या सहज मावतील!'' विशाल आश्चर्यचकितच झाला गुरूचं मोठेपण ऐकून.

''उरलेल्या आठही ग्रहांचं आकारमान एकत्र केलं तरीही गुरूचं आकारमान त्या बेरजेच्या दीडपट जास्तच भरतं. त्याचा विषुववृत्तीय व्यास १,४२,६०० कि.मी. एवढा प्रचंड आहे. त्याचं वस्तुमान पृथ्वीच्या २१८ पटीनं जास्त आहे. तो स्वत:भोवती फक्त दहा तासांत एक फेरी पूर्ण करतो तर सूर्याभोवती एक फेरा पूर्ण करण्यासाठी त्याला १२ वर्षं लागतात. आता एवढा मोठा असूनही तो आकाशात शुक्रापेक्षा लहान दिसतो. त्याचं कारण अंतर. पृथ्वी आणि सूर्यातील अंतर जर एक एकक धरलं तर गुरूचं सूर्यापासूनचं अंतर त्याच्या ५.२ पट भरतं. आणि तुला माहीतच आहे की, दूरची वस्तू दिसते लहान...''

''होय ना.''

''याच तत्त्वानुसार गुरू आपल्याला लहान दिसतो. या गुरूविषयी 'पायोनियर - १० व ११ यानांनी त्याच्यावर सफरी करून बरीच नवीन माहिती पुरवलीय. गुरू स्वत:भोवती फेरी मारायला फक्त

दहा तास घेतो म्हणजे तिथला दिवस आणि रात्र सुमारे ५/५ तासांचे होतात. त्यामुळे दिवस आणि रात्रीच्या तापमानात फारसा फरक पडत नाही. तसंच स्वत:भोवतीच्या प्रचंड गतीमुळे तो मधल्या भागी म्हणजे विषुववृत्ताच्या ठिकाणी जास्त फुगीर आणि ध्रुवाकडून चपटा झालाय. थोडक्यात आडव्या अंड्यासारखा आकार झालाय म्हण ना. त्यामुळे त्याच्या ध्रुवीय आणि विषुववृत्तीय व्यासांमध्ये ८०० कि.मी. चा फरक पडतो.''

''काका, मला तर असं वाचल्याचं आठवतयं की त्याच्या आकारमानाच्या तुलनेत त्याचं वस्तुमान फारच कमी आहे. हे कसं काय?''

''गुरूवर मोठ्या प्रमाणात हैड्रोजन वायू आहे. याचाच अर्थ असा की, तिथलं वातावरण हैड्रोजननं भरलेलं आहे. त्या खालोखाल हेलियम, बाष्प, मिथेन आणि अमोनिया यांचं प्रमाण आहे. शास्त्रज्ञांच्या मते तिथं घनस्वरूपात पदार्थ अत्यल्प आहे. या सगळ्या कारणांमुळेच त्याचं वस्तुमान आकारमानाच्या तुलनेत कमी भरतं.''

''पायोनियर यानांनी आणखी कोणती माहिती दिली काका?''

''त्याचं बाह्य वातावरणातील तापमान १३०°C पेक्षा कधीही वाढत नाही. तर त्याच्या केंद्रभागी मात्र प्रचंड तापमान असतं.''

''म्हणजे सूर्याच्या पृष्ठभागाएवढं?''

''छेऽ त्याहूनही जास्त. सूर्याच्या पृष्ठभागावर सुमारे ६०००°C तापमान असतं. त्याच्या सहापट म्हणजे ३० हजारांश सेल्सीयस.''

''बापरे, मग तर तो एक ताराच व्हायला हवा होता.'' विशाल

चक्रावलेल्या अवस्थेत गेला ते तापमान ऐकून.

"तू काय, शास्त्रज्ञही चक्रावले आहेत. एका बाजूनं तो तारा होण्याची अवस्था तर दुसऱ्या बाजूनं तिथल्या वातावरणात जीवसृष्टी असण्याची शक्यता."

"हे... हे काहीतरी काहीतरी विचित्रच आहे हं काका."

"तारा होण्यासाठी जी स्थिती लागते ती जवळपास गुरू ग्रहापाशी आहे. सूर्यासारखंच हैड्रोजनचं प्रमाण गुरूवर जास्त आहे. गुरू किरणोत्सार मोठ्या प्रमाणावर करतो. एवढंच नव्हे तर सूर्याकडून मिळणाऱ्या ऊर्जेच्या दोन तृतियांश ऊर्जा तो उत्सर्जित करतो. कुठून मिळते त्याला ही ऊर्जा? हा शास्त्रज्ञांपुढचा मोठा प्रश्न आहे. गुरूच्या केंद्रातील प्रचंड तापमान आणि दाब यात कोणत्याही कारणानं जरा जरी वाढ झाली तरी तिथं अणुसम्मिलनाची क्रिया सुरू होईल. जशी एखाद्या ताऱ्यात घडते. दुसरं म्हणजे त्याच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे अनेक धूमकेतूही एखाद्या ताऱ्याभोवती वळसा मारावा तसा गुरूला वळसा घालून जातात. ते सूर्यापर्यंत पोहोचतच नाहीत."

"काका, जर खरोखरंच गुरूच्या केंद्रभागी अणुसम्मिलनाची क्रिया सुरू झाली तर आपल्या आकाशात दोन-दोन सूर्य दिसायला लागतील नाही?"

"त्याचं वस्तुमान आणखी जरा जास्त असतं तर कदाचित आतापर्यंत त्याचा खरोखरच तारा झाला असता. सध्या गुरू हळूहळू आकुंचन पावतोय केंद्रातून, म्हणजे त्याच्या केंद्रात दाब वाढतोय. हा दाब आणि ते प्रचंड तापमानच त्याला कधीतरी भविष्यात तारा बनवतील

असं काही शास्त्रज्ञांचं म्हणणं आहे. गुरूभोवती पृथ्वीसारखंच विद्युत चुंबकीय प्रारणाचं आवरण आहे. आणि ते पृथ्वीच्या एक लक्षपटीनं जास्त आहे. त्यामुळेच गुरूच्या पृष्ठभागावर यान पाठवणंही कठीण झालंय. कारण यानांना हे आवरण भेदून जाणं आवश्यक आहे. आणखी एक गोष्ट म्हणजे गुरूवरील तो प्रचंड आकाराचा लाल ठिपका - तोही शास्त्रज्ञांना बुचकळ्यात पाडतोय."

"म्हणजे नेमकं काय?"

"हा लाल ठिपका गुरूच्या वातावरणात एका विशिष्ट अंतरावरून गुरूभोवती फिरतोय. पायोनियर यानांच्या माहितीवरून असं दिसतंय की, गुरू जो प्रचंड ऊर्जा निर्माण करतो ती या लाल ठिपक्यातूनच. ताऱ्याशी जुळणारे हे सगळे गुणधर्म असल्यामुळे रशियन शास्त्रज्ञ डॉ. इ. एम. डोबेवस्की यांनी नवीनच सिद्धान्त मांडलाय."

"तो कोणता?" कुतूहलानं विशालनं विचारलं.

"तो असा की, आपली ग्रहमाला जी तयार झाली आहे ती गुरूपासून - सूर्यापासून नव्हे. आणि हा त्यांचा सिद्धान्त त्यांनी ५ जुलै १९७४ च्या 'नेचर' मासिकात व्यवस्थितपणे मांडलाय. त्यांच्या म्हणण्यानुसार सुरवातीला गुरू हा प्रचंड वस्तुमानाचा गोळा सूर्याभोवती फिरत होता. परंतु काही कारणांनी त्याचे दोन तुकडे झाले. आणि ते आसमंतात फेकले गेले. तेच म्हणजे आपली ग्रहमाला. त्यातील एक तुकडा जड वस्तूंचा म्हणजे लोखंड, ऑक्सिजन व इतर मूलद्रव्ये यांचा तर दुसरा भाग हैड्रोजन आणि हेलियमसारख्या हलक्या वायूंचा तयार झाला. पहिल्या भागापासून पृथ्वी, बुध, शुक्र, मंगळसारखे ग्रह तर

दुसऱ्या भागापासून शनी, युरेनस, नॅपच्यून आणि प्लुटोसारखे ग्रह तयार झाले. म्हणून तर पहिल्या भागातील सगळे ग्रह जड वस्तूंचे तर दुसऱ्या भागातील ग्रह हलक्या वायूंचे आहेत. परंतु या सिद्धान्ताला अजूनही मान्यता मिळालेली नाही. मांडणीच्या पातळीपर्यंत तो ग्राह्य धरला गेला.''

''काका, जर हा सिद्धान्त भविष्यात खरा ठरला तर आपल्या पृथ्वीच्या जन्माचं आणि ग्रहमालेच्या जन्माचंही रहस्य उलगडायला मोठीच मदत होईल नाही? या आधारावर अवकाशात इतर कुठे पृथ्वीसदृश ग्रह आहेत का याचाही वेध घेणं सोपं जाईल. नाही का?''

''हो नं. त्यासाठीच मानव गुरूवर नाही तरी त्याच्या उपग्रहांवर म्हणजे चंद्रांवर यान पाठवण्याचे मनसुबे रचतोय. कारण यातील काही चंद्रांवर वातावरणदेखील आहे. त्यावरून गुरूविषयी अधिक माहिती हाताशी येईल. मग खरोखरच गुरू हा सगळ्यांचा गुरू आहे की नाही तेही कळेल.''

*

शनीभोवती फेर धरिला कणाकणांनी

''काका, आपल्या ग्रहमालेत एकट्या शनीलाच वलय आहेत का? आणि ती शनीभोवतीच कशी तयार झाली आहेत?'' साडेतीन इंची व्यासाच्या दुर्बिणीतून शनीकडे पाहता-पाहता विशालनं काकांना विचारलं. एखाद्या चेंडूभोवती बांगड्यांचं कडं असावं किंवा कृष्णाभोवती गोपिकांनी फेर धरावा तसं विलोभनीय दृश्य दिसत होतं ते.

''परवा-परवापर्यंत असाच समाज होता की, फक्त शनीलाच काय तो कड्यांचा वेढा आहे. पण मुंबईच्या नेहरू प्लॅनेटोरीयममधील खगोलविद डॉ. राऊळांनी गणिताच्या आधारे असं सिद्ध केलं की, युरेनसलाही कडी आहेत. नंतर लगोलग काही दिवसांनी व्हायोजियर यानांनी जेव्हा युरेनस, नेपच्युन या ग्रहांना भेटी दिल्या तेव्हा त्यांनीही वलय असल्याचा 'आँखो देखा हाल' पृथ्वीवर कथित केला.''

''याचा अर्थ आता शनीबरोबर युरेनस आणि नेपच्युन या ग्रहांनाही कडी आहेत. मग ती आपल्याला दिसत का नाहीत?''

''एक तर त्यांची पृथ्वीपासूनची प्रचंड अंतरं आणि दुसरं म्हणजे ती शनीइतकी दाट नसून विरळ आहेत त्यामुळे अत्यंत धूसर असतात. शनीची ही कडी दाट म्हणतोय खरा पण तुलनाच करायची झाली तर वहीच्या कागदाच्या जाडीएवढी जाडी भरेल त्यांची या ग्रहमालेच्या पसाऱ्यात मग या पार्श्वभूमीवर युरेनस आणि नेपच्युनची कडी किती विरळ असतील याची कल्पना कर.''

''अशी किती कडी आहेत शनीला?''

''खरं म्हणशील तर असंख्य. पण त्यांचे तीन मुख्य भाग पडतात. सर्वात बाहेरचा भाग आहे त्याचा व्यास भरतो सुमारे २,७३,६०० कि.मी. आणि त्याची रुंदी आहे १,६०,०० कि.मी. हा भाग आणि मधल्या वलयांचा भाग यामध्ये सुमारे ४८०० कि.मी. रुंदीची काळ्या पट्ट्याच्या स्वरूपात दोन वलयांमधली विभाग रेषा दिसते. याला कॅसिनीचं वलय म्हणतात. याच्या आत जे मधलं वलय आहे ते २५,६०० कि.मी. रुंदीचं आहे. त्यानंतर आतल्या बाजूस सुमारे १६,००० कि.मी. रुंदीची पोकळी आहे आणि मग सर्वांत आतलं तिसरं वलय. याची रुंदी भरते १८,४०० कि.मी. हे वलय सर्वात लहान आहे. त्याच्यात आणि शनीच्या पृष्ठभागात सुमारे ११,२०० कि.मी. रुंदीची पुन्हा पोकळी जागा आहे.''

''अबब! काय प्रचंड वलयं आहेत ही! आणि तरीही तुम्ही म्हणता त्याची जाडी अत्यंत कमी आहे म्हणून?''

''हे बघ, तुला आता सांगितलं ते त्यांच्या लांबी आणि रुंदीबद्दल. गणितातच त्यांच्या जाडीचा हिशोब करायचा झाला तर ती सुमारे १६,००० कि.मी. एवढी भरते. पण हा आकडा ग्रहताऱ्यांच्या अंतरांच्या पसाऱ्यात अगदी लहान आहे हे तर तुला मान्यच करावं लागेल. कारण ग्रहताऱ्यांची अंतरं आपण कोटी, अब्ज, कि.मी. किंवा प्रकाशवर्ष या मापात मोजतो नाही का?''

''बरोबर आहे तुमचं म्हणणं. पण मग ती असंख्य आहेत असं का म्हणालात?''

''तुला माहीतच झालंय् आता की, सूर्याच्या जवळच्या ग्रहांचा

सूर्याभोवती फिरण्याचा वेग दूरच्या ग्रहांच्या वेगापेक्षा कमी आहे. म्हणजे ग्रह सूर्याच्या जेवढ्या जवळ तेवढ्या प्रमाणात सूर्याभोवती त्याची फेरी कमी दिवसांत पूर्ण होते. हो की नाही?''

''हो बुध ८८ दिवसांत, शुक्र २२४ दिवसांत, पृथ्वी ३६५ दिवसांत, मंगळ ६८७ दिवसांत असे चढत्या क्रमानं सूर्याभोवतीची प्रदक्षिणा पुरी करतात. पण त्याचा इथं काय संबंध?''

''ह्याचप्रमाणे शनीच्या सर्वात आतल्या वलयाचा शनीभोवतीचा भ्रमणकाळ सर्वांत कमी तर बाहेरच्या वलयाचा जास्त आढळलाय.''

''ठीक आहे. पण ह्या निष्कर्षावरून ती एकसंध नाहीत हे कसं काय सिद्ध होतं?''

''ती जर एकसंधच असती तर वलयाची आतली बाजू आणि बाहेरची बाजू यांचा फिरण्याचा वेग एकच असायला हवा की नाही? सायकलचं चाक फिरतांना चाकाची आतली लोखंडी धाव आणि टायरचा बाहेरचा भाग एकाच वेगानं फिरतात ना? का? कारण ते एकसंध आहेत.''

''हो रे हो,'' विशाल एकदम कळल्यासारखा चेहरा करीत म्हणाला, ''म्हणजे काका, या वलयातील प्रत्येक भाग न् भाग वेगवेगळा असला पाहिजे. नाही . . . ग्रहांसारखा.''

''हं आता कसं बोललास शहाण्यासारखं. ही वलयं जरी दूरवरून घनदाट दिसत असली.... एकसंध वाटली तरी ती तशी नाहीत. तर प्रत्येक वलयातील भाग न् भाग हा कणाकणांनी बनलेला आहे. आणि प्रत्येक कण स्वतंत्रपणे शनीभोवती आपापल्या मार्गानं फिरत

आहे. म्हणून तर शनीच्या जवळील कणांचं वलय जास्त वेगानं तर सर्वांत दूरच्या कणांचं वलय कमी वेगानं फिरताना आढळतं.''

''याचा अर्थ काका,'' विचार करीत विशाल म्हणाला, ''की, वलयातील प्रत्येक कण हा स्वतंत्र उपग्रहासारखा शनीभोवती फिरतोय.''

''अगदी बरोबर,'' काका खूश होऊन विशालच्या पाठीवर थाप मारत म्हणाले, ''हेही शास्त्रज्ञांना कसे कळलं तीही एक गंमतच आहे.''

गंमत म्हटल्यावर विशाल जरा सरसावून बसला.

''दूरवर जाणाऱ्या विमानाचा आवाज कमी कमी होत जातो आणि जवळ येणाऱ्या विमानाच्या आवाजात वाढ होते ते कळतं ध्वनी लहरींची कंपनं आणि अंतरामुळे, तसंच प्रकाश किरणांचंही असतं. जवळून येणाऱ्या प्रकाशलहरी आणि दूरून येणाऱ्या प्रकाश लहरींतील कंपनांमध्ये असाच फरक पडतो. हा फरक वर्णपथन वस्तूच्या गतीनुसार झालेला बदल दाखवतो. त्यावरून वलयातील कणांची गती वेगवेगळी आहे हे कळतं. जर ही वलयं एकसंध असती तर असा फरक दिसलाच नसता.''

''कमाल आहे हं शास्त्रज्ञांची!'' विशाल कुतूहलानं म्हणाला, ''वलयं ही कणाकणांनी बनलेली आहेत हे कळलं म्हणूनच तुम्ही ती वलयं असंख्य आहेत असं मघाशी जे म्हणालात त्याचाही अर्थ लागला. पण काका, तरीही एक प्रश्न उरतोच. एवढे कोट्यावधी कण निर्माण झालेच कसे?''

''हाच तर शास्त्रज्ञांचा वादाचा मुद्दा होऊन राहिला आहे.

आजपर्यंत, ह्यात दोन मतप्रवाह आहेत. एका मताचे शास्त्रज्ञ असं म्हणतात की, अनेक लहान-मोठे कण मिळून एक उपग्रह तयार होण्याची प्रक्रिया शनीच्या आकर्षण शक्तीमुळे होत होती. पण काही अज्ञात कारणामुळे तसं न घडता ते कणच स्वतंत्रपणे शनीभोवती फिरत राहिले. त्यांचीच ही वलयं झाली. तर दुसऱ्या मताच्या शास्त्रज्ञांचं त्यांच्या अगदी उलट मत पडलं आणि तेच जास्त संयुक्तिक वाटतं.''

''म्हणजे एखादा उपग्रह फुटलाबिटला की काय!'' विशाल अंदाजानं म्हणाला.

''योग्य अंदाज बांधलास तू. त्यांच्या म्हणण्याप्रमाणे शनीचा एखादा उपग्रह काही कारणांनी शनीच्या अतिशय जवळ आला असेल. आणि त्यामुळे त्याच्या बारीक ठिकऱ्या उडाल्या असतील. त्या ठिकऱ्या म्हणजेच वलयांतील असंख्य कण. शास्त्रीयदृष्ट्या असं होणं शक्य असतं. कारण ग्रहापासून एका विशिष्ट अंतरावर एखादी वस्तू वा उपग्रह आल्यास ग्रहाच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणशक्तीमुळे त्याचे तुकडे-तुकडे होऊ शकतात. या विशिष्ट अंतराला 'शेष मर्यादा' असं म्हणतात. शनीच्या बाबातीतही असं घडलं असण्याची शक्यता आहे. आणि मग आकाशातील रहदारीनुसार आतील कण जास्त वेगानं तर बाहेरील कण कमी वेगानं शनीभोवती फिरू लागले. याचा परिणाम म्हणून शनीभोवती वलयं तयार झाली. दुरून त्यांचा एकसंध आभासी पट्टा दिसू लागला. आता तुला कळलंच की ही वलयं म्हणजे एकसंध पट्टा नसून –''

''– असंख्य लहान-मोठ्या कणांनी शनीभोवती उपग्रहाप्रमाणे धरलेला फेर आहे.'' विशालनं काकांना टाळी देत वाक्य पूर्ण केलं.''

युरेनस नेमका आहे तरी कसा?

''काका, या सर्व ग्रहांचा शोध तरी कुणीकुणी लावला हो? आधी ते ग्रह आहेत हे कळलंच कसं? ते तर दूरून लुकलुकल्यासारखे वाटतात. मग ते तारे आहेत असं त्यांना का वाटलं नाही?'' विशाल काकांचा पिच्छा सोडायला तयार नव्हता.

''हे बघ, बुध, शुक्र, मंगळ, गुरू आणि शनी या ग्रहांचा शोधक कोण हे कोणालाच माहीत नाही. कारण इतिहासात आपल्याकडे वैदिक काळापासून या ग्रहांची नोंद आढळते. पण शोधकांची नावं मात्र काही सापडत नाहीत. कदाचित असंही असेल की, त्या काळी सगळा अभ्यास, निरीक्षण व त्याचे परिणाम हे त्या त्या समूहासाठी केले जायचे. म्हणून कुणा एका व्यक्तीला महत्त्व दिलं गेलं नसेल.''

''हो, पण ते तर त्या काळी सूर्य आणि चंद्र यानांही ग्रहच मानायचे. असं मी कुठंतरी वाचलंय.''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. तसं तर ते पृथ्वी चपटी आहे असंही समजायचे. पण हळूहळू जसजशी अभ्यासाची यंत्रणा सुधारली तसतसं पूर्वीच्या चुकीच्या निरीक्षणांना रद्द ठरवलं गेलं.''

''हो, आणि ते सहजासहजी स्वीकारलं गेलं नाही हेही तुम्ही मला मागे सांगितलंय.''

''म्हणजे तुझ्या लक्षात आहे तर. आपल्याकडे पाचव्या सहाव्या शतकात आर्यभट्टानं प्रथम पृथ्वी गोल असून सूर्याभोवती फिरतेय असा सिद्धान्त मांडल्याचं मागेच मी तुला सांगितलंय. हेही आठवतं नां?''

''होऽ''

''त्यानंतर पंधराव्या शतकात कोपरनिकसनं सूर्यमालेची कल्पना मांडली. पृथ्वीसह हे पाचही ग्रह सूर्याभोवती फिरताहेत असं त्याचं म्हणणं होतं. त्यानंतर सतराव्या शतकाच्या सुरवातीला सुमारे १६१९ सालाच्या आसपास केप्लरने न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्तावर आधारित ग्रहांच्या गतीविषयी अभ्यास केला. आणि तीन महत्त्वाचे नियम सांगितले. त्याच्या या नियमांमुळे हे सर्व ग्रह आपापल्या कक्षातच का फिरताहेत, त्यांच्यातील अंतर ठराविकच का आहेत हे तर कळलंच पण त्याच्या अभ्यासामुळे त्यानं असंही सांगितलं की, शनीच्या पलीकडे ग्रह अस्तित्वात आहेत. त्याच्या या अंदाजामुळे शास्त्रज्ञ जगतात एकच खळबळ उडाली.''

''पण मग त्या ग्रहांचा शोध तोपर्यंत का लागला नव्हता?''

''सोपी गोष्ट आहे. शनीपर्यंत सगळे ग्रह नुसत्या डोळ्यांनी दिसत होते. आणि जोपर्यंत दुर्बिणीचा उपयोग आकाश निरीक्षणासाठी केला गेला नाही तोपर्यंत ते सापडणंही कठीण होतं.''

''म्हणजे उरलेल्या ग्रहांचा शोध गॅलिलीओनं आकाश निरीक्षणासाठी दुर्बिणीचा उपयोग केल्यानंतरच लागलाय म्हणायचा. तोपर्यंत आपलं ग्रहमाला सहाच ग्रहांची होती म्हणायची.''

''हो नं. आणि मघाशी तू एक प्रश्न विचारलास ना की हे ग्रह लुकलुकल्यासारखे दिसतात त्याचं कारण पृथ्वीवरील वातावरण बरं. कारण वातावरणाच्या विविध थरांतून ते किरण इथपर्यंत येऊन पोहचतात. दुसरं म्हणजे ते सूर्याच्या आयनिक मार्गातूनच परिभ्रमण करताना

दिसतात. तिसरं म्हणजे ते सूर्याभोवती फिरतात. अशा अनेक निरीक्षणातून ते ग्रह आहेत हे निश्चित झालंय. आता शनीनंतरचा युरेनस ग्रह आहे, तो दुर्बिणीतूनच दिसतो. विल्यम हर्षलला आकाशनिरीक्षण करताना सुरवातीस असं वाटलं, आपण एक नवीनच तारा शोधलाय म्हणून. हा तारा त्याला त्या काळी मिथुन राशीत दिसला होता. पण जसजसा तो त्याचं आणखी निरीक्षण करू लागला तसं त्याला कळून चुकलं हा तारा नसून ग्रह आहे. मग काय म्हणता त्याचा आनंद गगनात खऱ्या अर्थानं मावेना.''

''बरोबर आहे. कारण दुर्बिणीतून ग्रह शोधणारा असा तो पहिलाच मानव ठरला नं. या ग्रहाच्या शोधाबरोबरच केप्लरचे ग्रहणशक्तीचे नियमही खरे आहेत हा पडताळाही आला नाही का काका?''

''अगदी बरोबर बोललास बघ तू. हर्षलने त्याचा हा शोध १३ मार्च १७८१ रोजी जाहीर केला. मग काय थोड्याच काळात त्याची त्रिखंडात कीर्ती पसरली. त्याच्या घरासमोर हा नवा ग्रह पाहण्यासाठी लोकांचे थवेच्या थवे जमू लागले.''

''आता या ग्रहाच्या संबंधी काय काय निष्कर्ष निघाले ते सांगाना काका.''

''हा ग्रह सूर्यापासून सुमारे दोन अब्ज शाऐंशी कोटी आणि शाऐंशी लाख किमी. अंतरावर असल्याचं आढळलं. आणि तो सूर्याभोवती दर सेकंदाला ६.४ कि.मी. या वेगानं फिरतोय.''

''म्हणजे ही फारच मंद गती आहे म्हणायची. कारण पृथ्वी तर सूर्याभोवती दर सेकंदाला सुमारे २८ किमी. एवढ्या प्रचंड वेगानं फिरतेय.''

''तेही खरंच आहे. हा मंद वेग त्याच्या सूर्यापासूनच्या प्रचंड अंतरामुळेच निर्माण झालाय. एवढं प्रचंड अंतर असूनही सूर्य त्याला आपल्या गुरुत्वाकर्षण कक्षेत ठेवतोय यावरून सूर्याची शक्ती किती प्रचंड आहे याची कल्पना कर. या मंदगतीनं तो सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास पृथ्वीवरची चौऱ्याऐंशी वर्ष घेतो.''

''याचा अर्थ काका, युरेनसवरचं एक वर्ष म्हणजे पृथ्वीची चौऱ्याऐंशी वर्ष! बापरे!!''

''आणखी गंमत बघ. प्रकाशाचा वेग सेकंदाला ३ लाख कि.मी. आहे हे तर तुला माहीतच आहे. या वेगानं सूर्याकडून निघालेले प्रकाश-किरण युरेनसवर पोहोचायला २ तास ४० मिनिटं लागतात.''

काकांच्या तोंडून हे ऐकल्याबरोबर विशाल आश्चर्यानं नुसता आ वासून पाहतच राहिला.

''या ग्रहाचा व्यास जरी ५१,८०० कि.मी. एवढा असला तरी तो प्रचंड अंतरामुळे नुसत्या डोळ्यांनी दिसणं शक्यच नाही. म्हणून तर दुर्बिणीची गरज लागते. दुर्बिणीतून हा फिक्कट हिरवा दिसतो. आणि शनीसारखी याला वलयंही आहेत बरं का!''

''हे कसं काय कळलं?''

''मागच्या आठवड्यात नाही का तुला सांगितलं, १९८९ साली व्हायोजियर यानांनी या ग्रहाला भेटी देऊन ताजी माहिती पुरवली ती विसरलास एवढ्यात.''

''हो रे ऽ हो. हे माझ्या लक्षातच राहिलं नाही.''

''मग काय उपयोग माझ्याशी गप्पा मारण्याचा?''

''सॉरी काका, पुन्हा नाही विसरणार. अगदी प्रॉमिस.'' विशाल अजिजीनं म्हणाला.

''बरं ठीक आहे,'' असं म्हणत काकांनी पुन्हा युरेनसबद्दल सांगायला सुरवात केली, ''हा युरेनस आकारमानानं पृथ्वीपेक्षा ६४ पटीनं मोठा आहे. सूर्यापासून अतिदूर असल्यानं तिथं अत्यंत कडक थंडी आहे. - १८० अंश सेल्सियस एवढं कमी तापमान भरतं तिथं.''

''हेही व्हायोजियरनंच कळवलं ना?''

''हो. त्या आधी फक्त अंदाजच होते. डॉ. वाईल्ड या खगोल विदाच्या मताप्रमाणे या ग्रहावर धातू आणि खडक यांचा २२,४०० कि.मी. जाडीचा थर असून त्यावर ८,४०० कि.मी. जाडीचा बर्फाचा थर आहे. तसंच त्याचं गुरुत्वाकर्षण जवळ जवळ पृथ्वीएवढंच, खरं तर पृथ्वीपेक्षा अगदी थोडं जास्ती आहे. त्यामुळं तिथल्या वातावरणाचा थर हा ४,७०० किमी उंचीचा आहे.''

''म्हणजे वातावरणात वायू आणि पृष्ठभागावर बर्फ असंच काहीसं या ग्रहाचं चित्र उभं राहतय.''

''खरंय तुझं म्हणणं. श्मॅसे या शास्त्रज्ञाच्या म्हणण्यानुसार बाष्प, मिथेन आणि अमोनिया या वातावरणात आहेत तर हर्टबर्ग यांच्या मताप्रमाणे तिथं हैड्रोजनही मोठ्या प्रमाणात तर हेलीयम अल्पप्रमाणात आहे.''

''युरेनसच्या पृष्ठभागावर जो बर्फ आहे, तो या वायूंचाच असण्याची शक्यता आहे. कारण एवढ्या प्रचंड थंडीत हे वायू गोठूनच जाणार.''

''परफेक्टली राईट,'' काका विशालच्या तर्कावर खूश होत म्हणाले, ''या युरेनसचा स्वतःच्या आसाभोवती फिरण्याचा काळ १० तास ४५ मिनिटं एवढा आहे.''

''म्हणजे जवळपास शनीएवढाच म्हणाना''.

''व्वाऽ तुझ्या चांगलंच लक्षात आहे म्हणायचं.'' थोड्या वेळापूर्वी नाराज झालेले काका मूडमध्ये येऊन सांगू लागले, ''या ग्रहाचं वैशिष्ट्य म्हणजे हा इतर ग्रह ज्या दिशेनं स्वतःभोवती फिरतात त्याच्या नेमक्या उलट्या दिशेनं फिरतो. याचे एकूण पाच चंद्र शोधले गेले आहेत आतापर्यंत. पैकी दोन चंद्र टियानिया आणि ओबेरॉय हे हर्षलनीच १७८७ मध्ये शोधून काढले.''

''त्यांनी हा ग्रह शोधल्यानंतर सहाच वर्षांनी त्याचे चंद्रही शोधले! खरोखरच त्यांच्या निरीक्षणदृष्टीची कमाल आहे.''

''आणि आपल्या व्हायोजियर यानाचीही.''

*

वेध घेरे नेपच्यूनचा...

''काका, युरेनसला शनीसारखी वलय आहेत हे काही तुम्ही मला मागच्या वेळेला सांगितलं नाहीत. ह्या वर्तमानपत्रात, व्हायोजियर यानानं त्याला भेट दिल्यानंतर युरेनससुद्धा वलयांकित आहे अशी माहिती आलीय बघा.''

''मला वाटतं, मीही तुला असं सांगितल्याचं चांगलंच आठवतंय मला. आपलं म्हणणं ठासून मांडलं म्हणजे मी माघार घेईन असं वाटलं होय तुला.''

''तसं नाही हो काकाऽ. मला पुढे असं सांगायचं होतं की, या युरेनसच्या सूर्याभोवतीच्या फिरण्याचा मार्ग जो गणितानं ठरविला गेला त्यात आणि त्याचा खरा मार्ग यात तफावत पडत होती. हीच तफावत शास्त्रज्ञांना त्याच्या पलीकडेही एखादा ग्रह असावा असं वाटायला लावत होती. असंही ह्या लेखात म्हटलंय. याचा अर्थ काका, नंतर जो नेपच्यून ग्रह शोधला गेला त्याची बीजं युरेनसच्या संशोधनातच होती असं म्हटलं पाहिजे,'' विशाल त्याला हव्या त्या मुद्यावर गाडी आणत म्हणाला.

''हे तुझं म्हणणं मात्र अगदी बरोबर आहे. एखाद्या ग्रहाचा सूर्याभोवतीच्या फिरण्याचा मार्ग निश्चित करताना त्याच्या अलीकडील ग्रहांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा विचार करूनच गणित केले जाते. पण तरीही जर मार्ग विचलित होत असेल तर मात्र त्याच्या पलीकडेही एखादा ग्रह असावा असा अंदाज करावाच लागतो.''

''आणि तसा प्रयत्न जे. सी. ॲडम्स् या विद्यार्थ्यानं करायला सुरवात केलीही.'' नुकत्याच वाचलेल्या लेखातील माहिती विशालनं चटकन पुरवली.

''केंब्रिज विद्यापीठातल्या ह्या विद्यार्थ्यानं पदवी परीक्षा पूर्ण झाल्यानंतर सतत दोन वर्ष या अज्ञात ग्रहाच्या संशोधनात गणिताच्या साहाय्यानं अभ्यास केला. ही घटना १८४३ सालातली आहे. त्याच्या या अभ्यासानं अज्ञात ग्रहाची जागाही निश्चित केली. पण विद्यार्थी असल्यामुळे प्रस्थापितांनी त्याच्या संशोधनाकडे दुर्लक्ष केलं.''

''अरेरे! मोठ्यांना नेहमी वाटतं की, अनुभवानं आपण मोठे आहोत म्हणून हुशारीही आपल्याकडेच जास्त आहे. या अशा संकुचित वागण्यामुळे कितीतरी तरुण निराशेनं ग्रस्त होतात.''

''म्हणूनच माणसानं मन विशाल करावं असं मी नेहमी म्हणत असतो. असो. त्याच्यानंतर तीन वर्षांनी १८४६ सालात फ्रेंच शास्त्रज्ञ लव्हेरीयर हा नव्या ग्रहांच्या संशोधनात गुंतला. त्यानंही ॲडम्सप्रमाणेच निष्कर्ष काढले. पण त्याच्याकडे तारकांच्या त्या भागाचा नकाशा नीट नव्हता. ह्या काळापर्यंत जागातील सर्वच शास्त्रज्ञ नव्या ग्रहाच्या शोधाला लागले होते. कारण गणितानं त्याचं अस्तित्व ॲडम्स आणि लव्हेरीयरनं निश्चित केलं होतं.''

''म्हणजे ज्याच्याकडं योग्य नकाशा तो ही रेस जिंकणार हे ओघानंच आलं काका.''

'हो नं. हा अज्ञात ग्रह आकाशात ज्या ठिकाणी दिसेल त्या भागाचा अद्ययावत नकाशा जर्मन शास्त्रज्ञांकडे होता. बर्लीनमधील

वेधशाळेत जॉन गिल आणि हेन्रीक अँरस त्यावर काम करीत होते. नकाशा तपासून दुर्बिणीतून प्रत्यक्ष ताऱ्यांचा शोध घेताना अखेर २३ सप्टेंबर, १९४६ च्या रात्री ह्या नव्या ग्रहाचा वेध घेण्यात ते यशस्वी झाले.''

''बापरे! प्रत्येक ताऱ्याचा वेध घेऊन तो स्थिर आहे की आपली जागा बदलतोय हे पाहून तपासणी करणं हे अत्यंत किचकट आणि वेळखाऊ प्रकरण होतं. त्यातून ह्या छोट्याशा ग्रहाचा शोध लावणं म्हणजे.... खरोखरच ग्रेट आहेत हे शास्त्रज्ञ!''

''शेवटी चिकाटी आणि परिश्रम यांचाच विजय होतो हे लक्षात ठेव. प्रयत्न – तेही मुसंडीमार नव्हेत – शास्त्रशुद्ध प्रयत्नच माणसाला यश प्राप्त करून देतात.''

''ह्याच ग्रहाचं नाव नेपच्यून ठेवलं नाही का?''

''ह्या नेपच्यूनचा शोध ह्याच काळात लागला नसता तर आणखी अनेक दशकं तो काही सापडला नसता आपल्याला.''

''का? असं का?''

''त्याचं काय आहे की, १८२२ नंतर काही काळ सूर्य, युरेनस आणि नेपच्यून हे एकाच रेषेत आणि एकाच पातळीत होते. युरेनस हा त्या दोघांच्या मध्ये होता. त्यामुळे या काळात युरेनसची कक्षा जास्तीत जास्त विचलीत होत होती. तिचा गणिताच्या साहाय्यानं वाढलेल्या कक्षेशी ताळमेळ जमत नव्हता. म्हणूनच युरेनसला त्याच्या पलीकडचा एखादा ग्रह खेचत असावा असं अनुमान काढणं सोपं गेलं. जर हे दोघे वेगळ्या पातळीत, वेगळ्या ठिकाणी किंवा सूर्याच्या विरुद्ध दिशेला

असते तर युरेनसचं विचलन जाणवलं नसतं.''

''अर्थातच मग नवीन ग्रहाचा अंदाज येणंही कठीण गेलं असतं. म्हणजे काका, नेमक्या वेळा साधणं महत्त्वाचं असतं नाही का?''

''ते तर आहेच. पण नेमक्या वेळा कोणत्या हेही कळणं महत्त्वाचं आहे. शास्त्रज्ञात आणि आपल्यात हाच तर नेमका फरक आहे. आपण नेमकी वेळ येणारी वाट बघत बसतो आणि बरेचदा ती येऊन गेली तरी आपल्याला कळत नाही. दुसऱ्याच कुणीतरी त्या वेळेचा फायदा घेतल्यावर कळतं आपल्याला. शास्त्रज्ञ संधीची वाट पाहत बसत नाहीत तर संधीचा चाणाक्षपणे उपयोग करून घेतात. ही नेमकी वेळ त्यांना कळते म्हणून तर ते शास्त्रज्ञ असतात आणि आपण सामान्य राहतो.''

'नेपच्यून शोधल्यानंतर त्याच्याविषयी काय काय कळलं, काका?' विशालनं गाडी मूळपदावर आणत प्रश्न केला.''

'नेपच्यूनला सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यासाठी १६५ वर्षं लागतात.''

''म्हणजे पृथ्वीवरची १६५ वर्षं तिथल्या एका वर्षाएवढी झाली म्हणायची.''

''हो नं. त्याचं कारण तो सूर्यापासून लांब असल्यानं हळूहळू फिरतो हे आहे. त्याचा हा वेग सेकंदाला साडेपाच कि.मी. एवढा आहे. त्याचा स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरण्याचा काळ १२ तास ४२ मिनिटांएवढा आहे. त्याचं आकारमान पृथ्वीच्या ७२ पट असलं तरी वस्तुमान मात्र फक्त १७ पटच जास्त आहे. तो युरेनसपेक्षा थोडा लहानच

आहे. त्याचा विषुववृत्तीय व्यास ४९,५०० कि.मी. एवढा आहे. विल्डर
या खगोलविदाच्या मतानुसार नेपच्यूनचा गाभा खडकयुक्त असून त्याचा
व्यास १९,२०० कि.मी. आहे तर त्यावरचा सगळा भाग ९,६००
कि.मी. जाडीच्या बर्फाच्या थरानं भरलेला आहे. पृष्ठभागावरील
वातावरणाच्या थराची जाडी जवळजवळ ३,२०० कि.मी. एवढी
भरते.''

''म्हणजे नेपच्यूनवर दाट वातावरण आहे म्हणायचं.''

''हो. पण प्रचंड थंड असल्यामुळे तिथले वायूही गोठलेल्या
अवस्थेत आहेत. नेपच्यूनचं तापमान - २०० अंश सेल्सीयस एवढं
कमी आहे. वर्णपट दर्शकाच्या साहाय्यानं तिथल्या अमोनिया, मिथेन,
हेलीयम, हैड्रोजन वायूचं अस्तित्व जरी कळलं असलं तरी ते गोठलेल्या
स्थितीतच असले पाहिजेत ह्याविषयी दुमत होण्याचं कारण नाही.''

''युरेनसला पाच उपग्रह - आय मीन - चंद्र आहेत तसे
नेपच्यूनलाही असतील ना?''

''होय ना. नेपच्यूनला दोन चंद्र असून त्यातील 'ट्रिटन'ला
लॅसेलने नेपच्यूनच्या शोधानंतर तीनच आठवड्यात शोधला. याचा
व्यास ४,८०० कि.मी. असून सर्व उपग्रहांमध्ये हा वजनदार आहे.
नेपच्यूनभोवती हा फक्त सहा दिवसांत एक फेरी पूर्ण करतो. आणि हा
ग्रहाच्या उलट्या दिशेनं फिरतोय.''

''म्हणजे पश्चिमेकडून पूर्वेकडे. होय ना काका?''

''बरोबर, दुसरा 'मेरिड' हा चंद्र शोधला कुपर यांनी, १९४९
मध्ये. हा अत्यंत लहान म्हणजे ३२० कि.मी. व्यासाचा आहे.''

''बापरे! मूळात नेपच्यून दुर्बिणीतून दिसणं कठीण. त्यातून
त्याचा हा लहानगा उपग्रह पाहणे म्हणजे खरोखरच दिव्यदृष्टी हवी.''

''ती मानवानं मिळवली म्हणूनच तर तो दिवसेंदिवस
अवकाशाच्या अंतरंगात शिरून नवनवीन ज्ञानाच्या कक्षा रुंदावतोय.
त्यानं जसा प्लुटोचा म्हणजे नेपच्यूनच्या पलीकडच्याही ग्रहाचा वेध
घेतला, तसाच यानं पाठवून तो प्रत्यक्ष नेपच्यूनलाही भेट देऊन आला
यांत्रिक डोळ्यांच्या साहाय्यानं आणि नेपच्यूनविषयी आणखी बरीच
माहिती मिळवली.''

''व्हायोजियर यानांची करामत आहे ती. ऐकवा ना आम्हाला.''

''आज नाही. पुन्हा केव्हा तरी. आता बराच वेळ झालाय.
ओके?''

''ओके. पण प्रॉमिस हं.''

*

जीवाशिवाची भेट

''काका, परवा नेपच्यूनविषयीची माहिती देताना व्हायोजियर यानाने त्याला भेट देऊन जी करामत केली त्याबद्दल सांगायचं कबूल केलं होतं आठवतं?'' विशालनं काकांना त्यांच्या वचनाची आठवण करूनी दिली.

''न आठवायला काय झालं. तुझ्या लक्षात हे प्रॉमिस राहिलं, यावरून तुला आकाशाविषयी, ग्रहगोलांविषयी ममत्व वाटायला लागलंय हेच सिद्ध नाही का होत?''

''वेगळ्या अर्थानं असं म्हणा न की त्यांनी माझ्यावर परिणाम करायला सुरवात केली आहे म्हणून,'' विशाल हसत हसत म्हणाला.

''व्वा! तुला आता शब्दश: अर्थ आणि लाक्षणिक अर्थ यातला फरक कळायला लागला तर! ठीक आहे. आता आपण तुझ्या मूळ मुद्यांकडे वळूया. सुमारे बारा वर्षांपूर्वी म्हणजे, असं बघ, १९७७-७८ च्या दरम्यान अमेरिकेनं 'व्हायोजियर-१' हे यान सूर्यमालेला भेदून अनंत अवकाशाचा शोध घेण्यासाठी पाठवलं होतं. अशा प्रवासात त्यानं दूरचे ग्रह युरेनस, नेपच्यून आणि प्लूटो यांविषयी नवीन माहिती गोळा करून पाठवावी अशी योजना करण्यात आली होती. १९८६-८७ मध्ये युरेनसला भेट देऊन त्यानं युरेनसला शनीसारखी कडी आहेत हे छायाचित्राच्या साहाय्यानं सिद्ध केलं. नंतर हे यान नेपच्यूनला भेट देण्यासाठी निघालं.''

''दर वेळेला प्रत्येक ग्रहाच्या जवळ जाऊन त्यांच्या

गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम या यानाच्या वेगावर नाही झाला?''

''तुझी शंका बरोबर आहे. पण शास्त्रज्ञांनी याच गुरुत्वाकर्षणाचा आधार घेऊन यानाचा वेग वाढवण्याचं तंत्रही अवगत केलंय. गुरुत्वाकर्षणाच्या केंद्रोत्सारी बलाचा त्यासाठी वापर केला गेला. म्हणजे असं बघ, गोफणीतून दगड सुटल्यावर तो जसा त्याच्या वर्तुळाकार भ्रमण कक्षेच्या त्या ठिकाणच्या स्पर्शरेषेतून सरळ निघून जातो नं, तशीच या यानाची योजना केली होती.''

''अच्छाऽ त्यामुळेच व्हायोजियर यान प्रत्येक ग्रहाच्या गुरुत्वाकर्षण तावडीतून सुटल्यावर वेगवान व्हायचं तर!'' विशालनं समजल्यासारखी मान डोलावली.

''तर या यानानं २५ ऑगस्ट १९८९ रोजी सुमारे बारा वर्षांचा प्रवास करून नेपच्यूनला भेट दिली. म्हणजे तो त्याच्यापासून ४,१०० कि.मी. अंतरावर होता त्या वेळी. तिथूनच त्याचं आणि नेपच्यूनचं हितगुज सुरू झालं.''

''म्हणजे ते यान नेपच्यूनवर उतरलंच नाही का?''

''अर्थातच नाही. कारण त्याला अजून पुढचा प्रवास करायचा होता. ते जरी या ग्रहावर प्रत्यक्ष उतरलं नाही, तरी एवढ्या जवळून त्या ग्रहाला मानवनिर्मित वस्तू प्रथमच भेट देत होती. त्यामुळे आपल्याला नेपच्यूनविषयी भरभरून नवी माहिती मिळाली. हा ग्रह दुर्बिणीतून निळ्या रंगाचा दिसतो. तो का? याचा यानानं पहिल्याप्रथम समाचार घेतला.''

''काय उत्तर सापडलं त्याला?'' विशालनं उतावळेपणानं

विचारलं.

''त्याला असं आढळून आलं की, सूर्याचे प्रकाशकिरण नेपच्यूनच्या पृष्ठभागावर मोठ्या प्रमाणावर फैलावतात. नेपच्यूनवर मोठ्या प्रमाणात असलेला मिथेन वायू या किरणांतील लाल रंग शोषून घेतो. त्यामुळे तिथं निळ्या रंगाला मुक्तपणे पसरण्यास वाव मिळतो. म्हणूनच तो निळा दिसतो. मागच्या वेळी मी तुला असं सांगितलं होतं की, हा ग्रह स्वत:भोवती १२ तास ४२ मिनिटांत एक प्रदक्षिणा पूर्ण करतो. ही माहिती पृथ्वीवरून केलेल्या निरीक्षणातून मिळालेली होती. ती चुकीची आहे हे यानं दाखवून दिलं. त्यानं नेपच्यूनवरून येणाऱ्या रेडिओ लहरींचा अभ्यास करून असं सिद्ध केलं की, हा ग्रह स्वत:भोवती १६ तास ३ मिनिटांत एक फेरी पूर्ण करतोय.''

''आपल्या आधुनिक तंत्रज्ञानाची कमाल आहे हं काका.''

''हो नं. या यानानं नेपच्यूनलाही शनी आणि युरेनससारखी कडी आहेत हे दाखवून दिलं.''

''ते कसं काय?''

''अर्थातच प्रभावशाली कॅमेऱ्यातून त्याला असं दिसलं की, नेपच्यूनभोवती एकूण चार कडी आहेत. त्यातील तीन कडी अरुंद असून एक मात्र बरंच रुंद आहे. यामधील सर्वांत बाहेरचं जे कडं आहे त्यात बरेचसे पदार्थ तीन चमकदार पट्ट्यांत एकत्रित झालेले दिसले. पृथ्वीवरून प्रभावशाली दूर्बिणीतून हेच चमकदार पट्टे वलयांसारखे दिसतात. यावरून पूर्वीच शास्त्रज्ञांनी नेपच्यूनला कडी असावीत असा अंदाज केला होता.''

''याचा अर्थ काका, आता आपल्या सूर्यमालेत शनी, युरेनस आणि नेपच्यून असे तीन ग्रह कडेवाले झाले म्हणायचे.''

''आणखी एक विसरलास. गुरूलाही कडी असल्याचं आता सिद्ध झालंय. म्हणजे एकूण चार ग्रहांना कडी आहेत. आता या नेपच्यूनच्या एका कड्यातच व्हायोजियरला धक्का देणारं दृश्य दिसलं.''

''म्हणजे?''

''तुला माहीतच आहे की, मागे मी तुला सांगितलं होतं, नेपच्यूनला दोन चंद्र आहेत म्हणून.''

''हो आठवतंय. ट्रिटन आणि मेरीड अशी नावंही तुम्ही सांगितली होती. त्यांचं काय झालं?''

''त्यांचं काही नाही. पण व्हायोजियरला त्या कड्यात आणखी असे सहा चंद्र सापडले. या चंद्रांचा परिघ १० ते २० कि.मी. आहे. म्हणजे फारच लहान आहेत हे चंद्र.''

''हंऽ म्हणजे आता नेपच्यूनला एकूण आठ चंद्र झाले तर! खरोखरच काका, व्हायोजियर नेपच्यूनवर बराच नवीन प्रकाश टाकतोय म्हणायचा.''

''गुरूवर भला मोठा लाल डाग आहे हे तुला माहीतच आहे. तसंच व्हायोजियरच्या कॅमेऱ्यानं नेपच्यूनवरचा एक भला मोठा डाग टिपलाय. तो आहे सुमारे पृथ्वीच्या आकाराएवढा, नेपच्यूनच्या दक्षिणेला २० अंशावर. या गडद डागाच्या काठावर एक भला मोठा पांढरा ढगही दिसतो. हा ढग मिथेनच्या बर्फाचा आहे.''

''मला पाण्याचा आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईडचा बर्फ माहीत होता. पण आता मिथेनचाही बर्फ असतो हे तुम्ही नवीनच सांगताय.''

''काय आहे की, तापमान खूप खाली गेलं की, अनेक पदार्थ गोठतात तसंच या मिथेनचा बर्फ होतो. तुला माहीतच आहे तिथलं तापमान - २०० अंश सेल्सियस एवढं आहे ते. याच दक्षिण भागात त्याला आणखी एक छोटा काळा डाग दिसला. आणि गंमत म्हणजे त्याला एक शेपूटही होतं. त्यानं ताबडतोब त्याचं छायाचित्र घेऊन पृथ्वीवर पाठवून दिलं. त्याचा प्रचंड वेग पाहून शास्त्रज्ञांनी त्याला 'स्कूटर' असं मजेशीर नाव दिलं.''

''म्हणजे नेपच्यूनवरील सर्व डागांना आणि त्यावरील ढगांना गती आहे तर. पण हे ढग निर्माण कसे झाले?''

''व्हायोजियरनं पाठविलेल्या छायाचित्रांच्या आधारे शास्त्रज्ञांनी तिथं 'मिथेन चक्र' असावं असा अंदाज केलाय.''

''पृथ्वीवर नायट्रोजन चक्र आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईडचं चक्र असतं हे आम्ही शिकलोय, पण मिथेन चक्र ही नवीनच भानगड आहे.''

''तिथं मिथेनचं प्रमाण जास्त असल्यामुळे हे चक्र तयार होतं. सूर्याकडून येणारे अतिनील किरण नेपच्यूनच्या वातावरणातील मिथेनचं ॲसटीलीन आणि इथेनमध्ये रूपांतर करतात. ते वातावरणाच्या खालच्या थरात जमून त्यांचं घट्ट कणांत रूपांतर होतं. खालचं वातावरण हे त्या मानानं उष्ण असल्यामुळे त्यांची रासायनिक क्रिया होऊन पुन्हा मिथेन तयार होतो. हा मिथेन वायू प्रचंड वेगानं वरच्या वातावरणात फेकला जातो. तिथल्या थंडाव्यामुळे त्याचं बर्फ होऊन त्याचं रूपांतर

पांढऱ्या ढगात होतं. हेच ते मिथेनचे ढग. अशा प्रकारे 'मिथेन चक्र' चालू राहतं''

''आपल्याकडचं पावसाचं चक्र आहे तसंच काहीसं हे आहे. खरंच काका, निसर्गात काय काय चमत्कार घडतील काहीच सांगता येत नाही. पण काका, सूर्यापासून हा ग्रह फारच दूर असल्यामुळे त्याला मिळणारी सौरऊर्जाही कमीच असेल. एवढी कमी ऊर्जा या वायूंचे प्रवाह वेगवान करू शकते?''

''हो नं. गुरू ग्रहाला मिळणाऱ्या सौर ऊर्जेपेक्षा पाच टक्के जरी ऊर्जा नेपच्यूनला मिळत असली तरी ती हे प्रवाह वेगवान करण्यास समर्थ ठरते. म्हणूनच त्याच्या वातावरणात प्रचंड हालचाल दिसते. हे जे पांढरे ढग आहेत ना, ते वातावरणाच्याही वर ५० ते १०० कि.मी. उंचीवर आहेत, बरं का, आणि हे नेपच्यूनच्या भ्रमणगतीच्या विरुद्ध दिशेनं सेकंदाला ४०० मीटर या वेगानं फिरताहेत.''

''बापरे!''

''तसंच नेपच्यूनचं चुंबकीय क्षेत्र पृथ्वी, गुरू, शनी आणि युरेनस यांच्या चुंबकीय क्षेत्रापेक्षा अतिशय दुर्बल आहे आणि नेपच्यूनच्या अक्षाशी ५० अंशाचा कोन करतं.''

''पृथ्वीचं चुंबकीय क्षेत्र तिच्या अक्षाशी साडेतेवीस अंशांचा कोन करतं नं काका?''

''बरोबर. पण कोट्यवधी वर्षांपूर्वी पृथ्वीचं चुंबकीय क्षेत्र सुमारे ५० अंशांचा कोन करत होतं हे माहीत आहे का तुला?''

''म्हणजे चुंबकीय क्षेत्रातही असे फेरफार होतात असं म्हणायचं

की काय तुम्हाला?'' विशाल चक्रावलाच.

''अर्थात. म्हणून तर ग्रहमालेचा शोध घेऊन पृथ्वीच्या जन्माचं रहस्य शोधण्याची धडपड चाललीय आपली.''

*

असा गवसला प्लूटो

''काका, युरेनस आणि नेपच्यूनप्रमाणे आपल्या सूर्यमालेचा शेवटचा ग्रह प्लूटोचा शोधही माणसाच्या दिव्य दृष्टीचाच आणि मेंदूच्या कर्तृत्वाचा भाग म्हणता येईल. पण प्लूटो एवढा लहान आहे की, तो शोधणं म्हणजे गवताच्या गंजीतून सुई शोधण्यासारखं होतं. तरीही तो शोधला गेला. खरंच कमाल आहे मानवी बुद्धीची!'' विशाल स्वगत बोलल्यासारखा म्हणाला. ग्रहमालेसंबंधीच्या सचित्र पुस्तकाचं त्याचं वाचन चालू होतं. त्याच विचारात गढून गेला होता तो.

''खरं म्हणजे नेपच्यूनचा शोध लागल्यानंतर सर्व शास्त्रज्ञांना वाटलं की, आपल्या सूर्यामालेतला हा सर्वांत शेवटचा ग्रह असेल. पण युरेनसच्या भ्रमणमार्गातील विचलन नेपच्यूनचं आकर्षण लक्षात घेऊनही जाणवत होतं. एवढंच नव्हे तर नंतर नेपच्यूनच्या भ्रमण मार्गात फरक पडल्याचं जाणवू लागलं.''

''म्हणूनच काका, शास्त्रज्ञांना वाटलं की, नेपच्यूनला आकर्षणारा त्याच्याही पलीकडे एखादा ग्रह असावा म्हणून.''

विशालला या आधीच्या दोन ग्रहांच्या शोधांची माहिती कळल्यामुळे आणि ती त्याच्या लक्षात असल्यामुळे त्यानं तर्क केला.

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. सुरवातीला त्यांना वाटलं की, आपली निरीक्षणं आणि गणितातच काहीतरी चूक असावी. पण सर पर्सिव्हल लॉवेल यांनी पुन:पुन्हा गणिती आकडेमोड तपासून पाहिली. त्यावरून त्यांना परत परत त्याच निष्कर्षावर यावं लागलं की,

नेपच्यूनच्या पलीकडे आणखी एक ग्रह असलाच पाहिजे.''

''ह्या सगळ्या काळात शास्त्रज्ञांमध्ये खूपच खळबळ उडाली असेल नाही?''

''हो नं. काहींना हे कल्पनेचे खेळ वाटायचे तर काही साशंक होते. या गडबडीत लॉवेलनी मात्र गंभीरपणे दखल घेऊन निरीक्षणं घ्यायला सुरवात केली होती. त्यांच्या गणिताच्या आधारे त्यांनी त्या अज्ञात ग्रहाचं वस्तुमान, त्याचं सूर्यापासूनचं अंतर, सूर्यप्रदक्षिणेचा काळ इत्यादी प्रसिद्ध केला. पण त्यांना तो ग्रह काही प्रत्यक्षात दिसू शकला नाही. नंतर १९१९ मध्ये पिकरींग यांनी आपली मतं जाहीर केली. ती बरीचशी लॉवेल यांच्या मताशी मिळतीजुळती होती. त्या आधारावर ह्युमसन ह्यांनी अमेरिकेतील माऊंट विल्सन या अद्ययावत प्रयोगशाळेत वेध घ्यायला सुरवात केली. ह्या वेधशाळेत त्यांना छायाचित्रण करण्याची सोय उपलब्ध होती.''

''म्हणजे तोपर्यंत छायाचित्रणकला बरींच विकसित झाली होती? मी तर असं वाचलंय की, छायाचित्रण कलेचा शोध हा तेव्हा नुकताच लागला होता. १८४० नंतरच्या सुमारास केव्हातरी.''

''हो पण या सत्तर वर्षांच्या काळात तारांगणाचेही फोटो काही विशिष्ट ठिकाणीच घेता येतील अशी व्यवस्था होती. अर्थात त्या वेळी ते फार खर्चिक काम होतं. पण तरीही त्यांना काही तो ग्रह सापडला नाही.''

''अरेरे!''

''म्हणून काही शास्त्रज्ञ हार मानायला तयार होते थोडंच.

१९२९ साली अमेरिकेतील ओरिझोना प्रांतातील लॉवेल यांच्या वेधशाळेत १३ इंची व्यासाच्या अपवर्तनी दूरदर्शकातून...''

''अच्छा, म्हणजे आम्हाला दहावीच्या भौतिकशास्त्रात अभ्यासाला आहे तो दूरदर्शक होय.'' काकांना तोडत मध्येच विशाल म्हणाला.

''...आणि ब्लिक सूक्ष्मदर्शकातून क्लॉईड टॉमबग यांनी अज्ञात ग्रहाच्या शोधासाठी कंबर कसून निरीक्षणाला सुरवात केली.''

''ब्लिक मायक्रोस्कोप ही काय भानगड आहे, काका?''

''आकाशाच्या एकाच भागाची जर एक किंवा दोन दिवसाच्या अंतरानं छायाचित्रं घेतली तर ताऱ्यांची सापेक्ष स्थिती बदलत नाही. पण ग्रहांच्या स्थितीत सूक्ष्म फरक पडतो. हा सूक्ष्म फरक ओळखण्यासाठी याप्रकारच्या सूक्ष्मदर्शकाचा उपयोग होतो.''

''ते कसं काय?''

''या सूक्ष्मदर्शकामध्ये आकाशाच्या एकाच भागाची दोन चित्रं आलटून पालटून अतिशय वेगानं प्रकाशित केली जातात. दोन्हीही चित्रं सारखीच असतील तर बिंदूची हालचाल नजरेत भरत नाही. या उलट एखाद्या बिंदूची जागा किंचितशीही बदललेली असेल तर तो बिंदू तेवढ्या फरकानं मागेपुढे हलताना दिसतो. ह्या हलणाऱ्या बिंदूवर नजर ठेवली की तो खरोखरच ग्रह आहे की नाही हे ठरवणं नंतरचं काम असतं.''

''बापरे! पण ह्या प्रकारच्या छायाचित्रात तर असंख्य प्रकारच्या तारकांचे बिंदू दिसत असतात. त्यांची तपासणी करून एखादा ग्रह

शोधणं म्हणजे...'' विशालला पुढे विचारच करवेना एवढा हा विचार त्याला कष्टमय वाटला.

''टॉमबग आकाशातील ज्या भागात ह्या अज्ञात ग्रहाला शोधत होता त्या भागात त्या ग्रहाच्या एवढे प्रकाशित तारकाबिंदू किती होते माहिताय?'' काकांनी अचानक प्रश्न टाकला.

''हजारो असतील.'' विशालनं अंदाजानं उत्तर दिलं.

''हजारो? अरे ही संख्याही अत्यंत कमी भरेल. २० दशलक्ष तारे होते.''

''काय! वीस दशलक्ष!!'' विशाल आश्चर्यचकित व्हायचंही विसरून गेला.

''एवढ्या ताऱ्यांतून निरीक्षण करून अविरत परिश्रमानं २३ जानेवारी १९३० साली क्लॉईड टॉमबगनी शेवटी त्याला हुडकून काढलं आणि त्याचं नाव ठेवलं 'प्लूटो.' हा ग्रीक भाषेतील शब्द आहे. याचा अर्थ होतो 'यमराज.' त्यानं शोध जाहीर केला तो ३० मार्च १९३० रोजी.''

''का? मध्ये एवढे दिवस का घेतले त्यांनी जाहीर करण्यासाठी?''

''काय आहे की, शास्त्रज्ञ किंवा असं म्हण, खरा विद्वान माणूस कधीच उतावळा नसतो. एखादी गोष्ट शोधल्यानंतर तिची निश्चिती करणं, गुणधर्म तपासणं आणि त्या अनुषंगानं इतर माहिती गोळा करणं महत्त्वाचं असतं. नुसता ग्रह शोधला असं सांगून चालत नाही तर त्याविषयीचे पुरावे सादर करावे लागतात. त्यासाठी थोडा काळ जाणं स्वाभाविकच

आहे. आणि दुसरं म्हणजे ३० मार्च ह्या तारखेला दोन दृष्टींनी महत्त्व होतं. एक म्हणजे सुमारे दीडशे वर्षांपूर्वी याच दिवशी युरेनसचा शोध जगजाहीर झाला होता. आणि दुसरं म्हणजे पर्सिव्हल यांचा हा जन्मदिवसही येतो.''

''खरंच आहे म्हणा. लॉवेलनीच या ग्रहाच्या विषयी भाकितं केली आणि गणितानं त्याचं अस्तित्वही सिद्ध केलं. तेव्हा त्यांना तेवढा मान देणं ही त्यांच्या प्रयत्नांना वाहिलेली कृतज्ञताच होती म्हणायची. आणि लक्षात घ्या काका, 'प्लूटो' या शब्दातली पहिली दोन अक्षरंही PL ही पर्सिव्हल लॉवेल यांच्या नावातील अद्याक्षरंच आहेत.''

''व्वाऽऽ एका चांगल्या योगायोगाचं स्मरण करून दिलंस. हा ग्रहही एवढा लहान निघाला की, तो बुधापेक्षाही अगदीच थोडा मोठा ठरला. त्यामुळेच ह्युमसननं जरी छायाचित्रणाचा उपयोग ह्या ग्रहाच्या शोधासाठी केला होता तरीही तो अयशस्वी ठरला तो योग्य निरीक्षणा अभावी. खरं तर १९१९ मध्येच त्यांना या प्लूटोची छायाचित्रं घेण्यात यश मिळालं होतं, पण त्या छायाचित्रात त्यांना तो काही हुडकता आला नाही.''

''अरेरे! ह्युमसनचं दुर्दैव म्हणायचं.''

''हा ग्रह सूर्यभोवती अत्यंत सावकाशपणे फेऱ्या मारतोय. सेकंदाला ४.८ कि. मी. फक्त, या गजगतीनं तो प्रदक्षिणा पूर्ण करतो. ही सूर्याभोवतीची प्रदक्षिणा पूर्ण करायला त्याला २४८ वर्षं लागतात.''

''बापरे! त्याच्या एका प्रदक्षिणेत माणसाच्या पाच पिढ्या संपायच्या. म्हणजे तिथलं एक वर्ष पूर्ण होण्याच्या आतच एवढ्या

पिढ्या गारद.'' विशालनं पृथ्वीवरील वर्षाच्या हिशोबानं तिथल्या एका वर्षाचा हिशोब मांडला.

''आणखी एक गंमत आहे ह्या ग्रहाची,'' काका हसतच म्हणाले, ''हा ग्रह जेव्हा सूर्याच्या जवळ येतो ना तेव्हा त्याची कक्षा नेपच्यूनच्या कक्षेच्याही आत असते.''

''म्हणजे.... म्हणजे काका हा नेपच्यूनच्याही अलीकडे असतो? मग अशा वेळेस हा ग्रह आठवा आणि नेपच्यून शेवटचा म्हणजे नववा असेल नाही? कम्मालच आहे! मग त्यांची टक्कर कशी होत नाही?''

''पहिली गोष्ट ह्याची कक्षा अत्यंत लंब वर्तुळाकार असल्यामुळे हा प्रकार घडतो. दुसरं म्हणजे नेपच्यून आणि प्लूटो यांच्या कक्षांच्या पातळीत १७ अंशाचा कोन आहे. त्यामुळे त्यांची टक्कर होणं अशक्यच. सध्या प्लूटो पृथ्वीच्या अगदी जवळ आलाय.''

''याचा अर्थ काका, सध्या सूर्यमालेतला शेवटचा ग्रह प्लूटो नसून नेपच्यून आहे म्हणायचा.''

''हो नं. ही परिस्थिती २००९ सालापर्यंत राहणार आहे. नंतर तो पुन्हा सूर्यमालेचा शेवटचा ग्रह होईल.''

''अच्छा, हा विचार करूनच ह्याच वर्षी व्हायोजियर यान त्याला भेट देणार आहे. म्हणजे यानाचं उड्डाण करताना तो याच काळात प्लुटोच्या जवळ जावा ही योजना होती तर. खरोखर मानतो आपल्या शास्त्रज्ञांच्या दूरदृष्टीला!''

''कुपरनी ८२ इंची दूरदर्शकातून अमेरिकेतील मॅकडोनाल्ड वेधशाळेतून प्रथम निरीक्षण करून असं सांगितलं की, त्याचं वस्तुमान

पृथ्वीच्या आठ दशांशच आहे, आणि तो स्वतःभोवती ६ दिवस ९ तासांत एक प्रदक्षिणा पुरी करतो.''

''बापरे! म्हणजे तिथला एक दिवस आपल्या एका आठवड्याएवढा झाला म्हणायचा.'' विशालनं ताबडतोब तुलना केली.

''माऊंट पालमोर ह्या २०० इंची व्यासाच्या अत्याधुनिक दुर्बिणीतून १९५० साली जेव्हा कुपरनी पुन्हा त्याचे वेध घेतले तेव्हा त्यांना आढळलं की, ह्या प्लूटोचा व्यास फक्त ५,७६० कि.मी. आहे. सूर्यापासून अतिदूर असल्यामुळे अर्थातच तिथलं तापमान शून्याखाली -२०५ अंश सेल्सियस एवढं कमी भरतं. तिथल्या वातावरणात हैड्रोजन, हेलीयम आणि नियॉन वायू मोठ्या प्रमाणात आहेत.''

''हा ग्रह युरेनसच्या 'ट्रिटल' या उपग्रहाएवढाच आहे म्हणायचा. तिथलं वातावरणही जवळपास या ट्रिटन सारखंच आहे.''

''हो नं. म्हणून तर काही शास्त्रज्ञ प्लूटोला ग्रह मानायला अजूनही तयार नाहीत. पण तो सूर्याभोवती इतर ग्रहांसारखा फिरतोय म्हणजे त्याला पूर्ण ग्रह मानणं भागच आहे. त्यावर उत्तर म्हणून ते असं मांडतात की, पूर्वी तो नेपच्यूनचाच उपग्रह असावा. पण काही कारणांनी त्याच्या आकर्षणातून निसटल्यानं तो सूर्याभोवती स्वतंत्र मार्गानं फिरू लागला.''

''शेवटी काय, तो ग्रह आहे हे नक्की. मी तर असं ऐकलंय की, काही शास्त्रज्ञ दहाव्या ग्रहाची शक्यता बोलून दाखवताहेत. त्याचं नाव 'फॅसिडॉन' असंही ठेवल्याचं कळलंय.''

''सध्या तरी हे सगळे कल्पनेचे खेळ आहेत. दहाव्या ग्रहाबद्दल

अर्थात कोणतीही कल्पना उचलून धरली नाही. तरी तशीच उडवूनही लावत नाहीत. शास्त्रज्ञ तसंच व्हायोजियर यान प्लूटो पलीकडे गेल्यावर मिळेल काही नवी माहिती, अशी आशा आहे. तोपर्यंत तरी आपली ग्रहमाला ही नवग्रहांचीच आहे.

*

निसर्गातील दारूकाम !

''काका, तो बघा, तो बघा तारा निखळला. काय मस्त चकचकीत रेषा तयार झालीय! अरे, हा दुसराही निखळला त्याच्या शेजारून! आज काय तारे निखळण्याचाच दिवस दिसतोय.'' रात्रीचं जेवण आटोपून विशाल आणि काका गच्चीत शतपावली करता करता आकाश निरीक्षण करत होते.

''काका, हा तारा निखळतो म्हणजे तो पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणात येतो. नाही का? जसं झाडावरनं फळ खाली पडतं तसंच. तुम्ही तर म्हणता की, तारे प्रचंड अंतरावर आहेत, कित्येक प्रकाशवर्ष. मग हे इतक्या जवळ कसे?''

''पहिली गोष्ट म्हणजे निखळलेला असतो तो तारा नसतोच मुळी. तो—''

''मग ती चकाकणारी रेषा कशी तयार होते?'' विशाल काकांना मध्येच तोडत विचारता झाला.

''अरे, तेच तर सांगतोय ना. मला पुरतं बोलू देशील तर खरं. हा निखळणारा तारा म्हणजे आकाशात उडणारे दगड असतात. अनेक धूलिकण एकत्र होऊन एक गठ्ठा फिरणारे धूलिकणांचे ढग म्हणेनास का, त्यांना आपण उल्का म्हणतो. या उल्का अनंत अवकाशातून पृथ्वीच्या वातावरणात शिरतात. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण कक्षेत शिरल्यावर त्या वेगानं पृथ्वीकडे खेचल्या जातात. परंतु त्याच वेळेस पृथ्वीवरील वातावरणाशी त्यांचं घर्षण होतं. या घर्षणामुळे त्यांना विरोध

होऊन त्यांचा वेग जरी कमी झाला तरी त्यांचं तापमान प्रचंड उष्णतेमुळे वाढतं. ही उष्णता अर्थातच वातावरणाच्या घर्षणामुळे होते. आणि तुला माहीतच आहे की, एखाद्या वस्तूला प्रचंड उष्णता मिळाली की ती प्रथम लालभडक होते आणि नंतर प्रकाश देऊ लागते. लोहारानं लोखंड तापवल्यावर असंच दिसतं की नाही? किंवा घरातला दिवा लावल्यावर त्यामधली तार तापून लाल होते आणि प्रकाश देते हे तर तुला माहीतच आहे. पडणारी उल्काही अशी प्रकाश देत देत पडू लागते आणि –''

''आपण म्हणतो तारा निखळला.'' विशालनं काकांचं वाक्य उल्केचं रहस्य कळल्यामुळे पुरं केलं आणि पुढे म्हणाला, ''पण काका, त्या पुढे जमिनीवर पडत असतील ना? एवढ्या वेगानं येणारा दगड कुणाला लागला तर त्याचं मरणच.''

''अशी शक्यता फारच कमी आहे. कारण वातावरणात शिरल्यावर घर्षणानं त्या तापून प्रकाश द्यायला लागतात त्याच वेळी त्यांची राख होत असते. लाकडाची नाही का जळल्यानंतर राख शिल्लक राहत. तशी उल्का जळून त्याची राख तयार होते. ती पृथ्वीवर भुरूभुरू पडत असते. मूळात उल्का एवढ्या लहान आकाराच्या असतात की,त्यांची राख कुठं अन् किती पडली हे कळणंही कठीण. पण लक्षावधी-कोट्यावधी वर्ष हा उल्कावर्षाव सतत पृथ्वीवर होत असल्यानं त्यांची राख पृथ्वीवर सतत पडत आहेच. आणि कणाकणानं पृथ्वीचं वजनही वाढत आहे. आणि या वाढत्या वजनामुळे पृथ्वीची गतीही कणाकणानं वाढतेय.

''पृथ्वीचं या प्रकारे वजन वाढण्याचं गणितही केलं असेल ना

शास्त्रज्ञांनी?''

''हो नं. दररोज सुमारे २४ लाख दिसणाऱ्या उल्का पृथ्वीवर राख टाकतात. न दिसणाऱ्या आणखी कितीतरी लाख असतीलच. पण या दिसणाऱ्या उल्कांचा जरी विचार केला तर काय दिसतं तर त्या सुमारे २२७ कि. ग्रॅ. वस्तुमानाच्या भरतात. त्यांचं हे सगळ्यांचं मिळून सरासरी वस्तुमान बरं का? या प्रकारे दरवर्षी पृथ्वीवर एकूण ३६० टन वस्तुमानाची राख तयार होते. पण पृथ्वीच्या प्रचंड आकारमानापुढे ही संख्या अगदीच कमी आहे. आता समज, दर दिवशी एक टन उल्का राख पृथ्वीवर पडली तर सुमारे चार कोटी वर्षात पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची जाडी फक्त एक मिलीमिटरनं वाढेल.''

''काय एवढीशीच आणि तीही एवढ्या प्रचंड कालावधीत! हे म्हणजे दर्यामें खसखसच झाली म्हणायची.''

''आता तुझ्या लक्षात आलं असेल की, कोट्यावधी उल्का पडत असूनसुद्धा आपल्याला एका रात्रीत दहा-पंधरापेक्षा जास्त का दिसू शकत नाही ते.''

''बरोबरच आहे. त्यांचा आकारच जर एवढा लहान असेल तर त्यांची दिप्तिरेखाही दिसणं कठीण.''

''हो नं. वातावरणात शिरणाऱ्या बहुतेक उल्का वाळूच्या कणाएवढ्या लहान असतात. अर्थात काही मोठ्याही असतात. पण त्यांचं प्रमाण कमीच. उल्का पृथ्वीच्या वातावरणात शंभर कि.मी. उंचीवर आल्यावर तयार होतात. त्यांतील बऱ्याचशा ६० कि.मी. उंचीवरच नाहीशा होतात तर काही मोठ्या असल्यानं त्या ३० कि.मी. उंचीपर्यंत

पोहोचू शकतात पण या उंचीपर्यंत त्यांची अवतारसमाप्ती झालेली असते. अगदीच मोठ्या असतील तर त्या जमिनीवर येऊन आदळतात. आणि मोठाच हाहाकार उडवू शकतात. अशा जमिनीवर पडलेल्या उल्कांना आपण 'उल्कापाषाण' किंवा 'अशनी' असं म्हणतो. त्यामुळे पृथ्वीवर प्रचंड खड्डाही पडू शकतो. जर समुद्रात पडली तर प्रचंड लाटा तयार होऊन त्या जवळच्या किनाऱ्यावरील गावं गिळंकृत करतात. आणि जंगलात पडली तर सारं जंगल खाक करू शकते. मग भर वस्तीवर अशी एखादी उल्का पडली तर तो एक प्रकारचा अणुबॉंब ठरेल. पण अशी शक्यता फारच कमी असते. याचं कारण म्हणजे मोठ्या उल्कांचं प्रमाण अगदी कमी आहे.''

''आमच्या भूगोलाच्या पुस्तकात आहे की, महाराष्ट्रातील बुलढाणा जिल्ह्यात जे लोणारचं सरोवर आहे ते उल्कापाषाणामुळे तयार झालंय. तिथं उल्का पडून तिच्या ठिकऱ्या उडाल्या आणि मोठा खड्डा तयार झाला. तेच नंतर पाणी साचून लोणारचं सरोवर झालं.''

''रशियातील उत्तर प्रांत सैबेरियातही ३० जून १९०८ रोजी ५० टन वजनाचा उल्कापाषाण पडला तेव्हा तिथून सुमारे ८० कि.मी. अंतरावरील घरांची तावदानं फुटली. जंगलाला प्रचंड आग लागली. अनेक प्राणी, पक्षी होरपळून निघाले आणि प्रचंड मोठा खड्डा पडला. तसंच अमेरिकेत ओरिझोना प्रांतात एका उल्कापाषाणामुळे सुमारे एकशे दहा मीटर व्यासाचा, ३३ मीटर उंचीची भिंत तयार झालेला आणि १६० मीटर खोलीचा खड्डा तयार झाला. आता बोल.''

''यापैकी एकजरी उल्कापाषाण मनुष्य वस्तीवर कोसळला

असता तर? छे! ती कल्पनाच नको. पण हे खड्डे उल्कापाषाणामुळेच झाले हे कशावरून?''

''या उल्कापाषाणांत मोठ्या प्रमाणात लोखंड, निकेल, कोबाल्ट अशी घटकद्रव्यं सापडतात. आणि या खड्ड्यांतून निकेल मोठ्या प्रमाणावर सापडलं.''

''पण हेच धातू किंवा त्याची संमिश्रं उल्कांमध्ये असतात हे कसं कळलं?''

''मिलमन नावाच्या शास्त्रज्ञानं वर्णपटाच्या साहाय्यानं हे काम केलं. तुला माहीतच आहे की, वेगवेगळ्या धातूंच्या ज्योती वेगवेगळ्या रंगांच्या असतात.''

''हो नं. कॅल्शियमची विटकरी, सोडीयमची पिवळीधम्मक, पोटॅशियमची जांभळट तर लोखंडाची तांबडी ज्योत मिळते.''

''तर उल्कांचे वर्णपट घेऊन त्यात मिळणाऱ्या रंगीत रेषांवरून कोणते धातू आहेत हे ओळखलं जातं. मग असेच धातूपाषाण जर एका ठिकाणी मिळाले तर ते उल्कापाषाण आहेत की नाही ओळखता येतं.''

''या उल्का पडताना कधीकधी स्फोट होऊन मोठा आगीचा लोळही तिच्या दिप्तिरेखेबरोबर दिसतो नं काका? पण मुळात या तयार होतात कशा?''

''उल्कांची निर्मिती धूमकेतूपासून होत असावी असं काही शास्त्रज्ञ मानतात. तर काहींच्या मते पृथ्वीच्या आयन मार्गात धुळींचे अनेक ढग आहेत. त्यांमधून जेव्हा पृथ्वी जाते तेव्हा तिच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव पडून उल्कापात होऊ लागतो. म्हणून विशिष्ट

महिन्यात मोठ्या प्रमाणात उल्का दिसतात. तेव्हा त्या ज्या राशीच्या पार्श्वभूमीवर पडतात त्या त्या राशीच्या नावानं हे उल्कावर्षाव ओळखले जातात.''

''पण धूमकेतूपासून त्या कशा काय तयार होतात हो काका?''

''काय आहे की धूमकेतू जसजसा सूर्याजवळ येऊ लागतो, तसतशी सौरवाऱ्याच्या उष्णतेमुळे त्याला शेपटी फुटू लागते. थोडक्यात, त्यामधलं द्रव्य लांबवर फेकलं जातं. यामुळेच अवकाशात धूलिकणांचे ढग तयार होतात. उदाहरणच घ्यायचं झालं तर बेलाच्या धूमकेतूचं उत्तम उदाहरण आहे. १८४६ साली हा धूमकेतू जेव्हा सूर्याला फेरी मारून गेला तेव्हा त्याचे दोन तुकडे झालेले दिसले आणि नंतर पुन्हा १८५२ सालाच्या फेऱ्यात तो दिसलाच नाही तर त्या ऐवजी उल्कावर्षाव मात्र मोठ्या प्रमाणावर झालेला दिसला. यानंतर पुन्हा हा धूमकेतू कधीच दिसला नाही पण त्याच्या फेरीच्या काळात उल्कावर्षाव मात्र सातत्यानं दिसत होता.''

''काका, हल्ली आपण अवकाशयानं पाठवायला लागलो आहोत. विमानाला जसा कधीतरी लहानशा पक्षाची धडक बसूनही अपघात होतो तसा अपघात या उल्कांचा मारा यानावर होऊन होऊ शकतो ना? यावर उपाय काय?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. या उल्का वाळूच्या कणाएवढ्या लहान असल्या तरी त्यांत वेगामुळे गतीज ऊर्जा प्रचंड असते. त्यांची धडक बसून अपघात होण्याची शक्यता नाकारता येत नाही. पण द्विपल या शास्त्रज्ञानं यावर विचार करून असं दाखवलं की, ३.६ मीटर

व्यासाच्या अवकाशयानाबाहेरच्या पोलादी कवचाची जाडी ०.६ से.मी. असेल तर त्यावर उल्कावर्षावाचा परिणाम होणार नाही आणि अशाप्रकारचं यान पन्नास वर्ष पृथ्वी आणि चंद्र यांत फेऱ्या मारत राहिलं, तर या काळात एखादीच उल्का त्यावर आदळेल.''

''म्हणजे इथंही शक्यता कमीच आहे अपघाताची. एकंदरीत उल्कावर्षाव हा कमी धोकादायक आहे पण नेत्रसुख देणारा आहे हे मात्र निश्चित. निसर्गानं दिवाळीत केलेलं नयन मनोहर दारूकामच जणू!''

*

धूमकेतू

''काका, मागच्या वेळी उल्कांची निर्मितीस्थानं धूमकेतू आहेत असं तुम्ही म्हणाला होतात. हे धूमकेतू प्रकरण नेमकं काय आहे हो?'' विशालनं मागच्या वेळचं सूत्र पकडून काकांना विचारलं.

''मला मागच्याच वेळी वाटलं होतं की, तू हा प्रश्न विचारणार म्हणून. धूमकेतू ही आपल्या सूर्यमालेतीलच आकाशस्थ वस्तू आहे. काही सूर्यमालेच्या बाहेरूनही सूर्यमालेत शिरतात, नाही असं नाही. पण बहुतांश धूमकेतू सूर्यमालेच्या दुसऱ्या टोकाकडून येतात हे मात्र खरं.''

''मग हे इतर ग्रहांसारखे नेहमीच का दिसत नाहीत?''

''खरं तर मोठ्या प्रभावी दुर्बिणीतून ते सतत दिसतच असतात. पण नुसत्या डोळ्यांनी दिसण्यासाठी ते शनीच्या कक्षेच्या पलीकडे सूर्याजवळ यावे लागतात.''

''म्हणजे काका, ज्याअर्थी ते सूर्याला फेरा मारतात त्याअर्थी त्यांचा भ्रमणमार्गही ग्रहांसारखाच असला पाहिजे, नाही?''

''थोडंफार तुझं म्हणणं खरंय. त्यांचे मार्ग प्रचंड दीर्घ लंबवर्तुळाकृती असतात. पण हे फक्त सूर्याला ठराविक काळानंतर परत परत प्रदक्षिणा घालणाऱ्या धूमकेतूंबद्दल सत्य आहे. कारण काही धूमकेतू एकदाच सूर्यमालेला भेट देऊन जातात. अशा धूमकेतूंचा भ्रमणमार्ग अपास्त किंवा अन्वस्ताकार असतो.''

''अपास्त आणि अन्वस्त भ्रमण मार्ग ही काय आणखी भानगड

आहे?''

''भानगड-बिनगड नाही. हे आहेत गणिती पारिभाषिक शब्द. अन्वस्त म्हणजे दूरवरून यायचं आणि सूर्याला वळसा घालून परत दूरवर निघून जायचं.''

''थोडक्यात चिमट्यासारखं, 'U' आकाराचा मार्ग, होय ना काका?''

''बरोबर. आणि अपास्त म्हणजे सूर्याच्या एका बाजूनं दूरवरून यायचं आणि सरळ पुढे सूर्याच्या दुसऱ्या बाजूनं दूरवर निघून जायचं. परत न येण्यासाठी.''

''हे म्हणजे दोन खांबांमधल्या लोंबकळणाऱ्या तारांसारखं झालं. किंवा वरच्या 'U 'आकाराला दोन्ही बाजूंनी ताणायचं म्हणजे जो आकार येईल तो, असंच ना काका?''

''वा ऽ वा! आज तू एकदम फॉर्मातच दिसतोयस.'' विशालनं केलेले तर्क बरोबर असल्यानं काका खुशीत येऊन म्हणाले, ''तर सांगायचा मुद्दा म्हणजे या भ्रमणमार्गावरून धूमकेतू तीन प्रकारचे असतात हे तुझ्या लक्षात आलंच असेल. हे फक्त भ्रमणमार्गी प्रकार बरं का. तसे त्यांच्या शेपटातही अनेक प्रकार आहेत.''

''बरी आठवण झाली. त्यांच्या शेपटाबद्दलच विचारायचं होतं मला. बाकी कोणत्याही आकाशस्थ ग्रहगोलांना शेपूट नसतं. मग फक्त या धूमकेतूंनाच कशी काय शेपटी असते?''

''त्याचं कारण धूमकेतूचं वैशिष्ट्यपूर्ण अंतरंग. धूमकेतू म्हणजे अनंत धूलिकण, गोठलेल्या पाण्याचे कण - बर्फाचे तुकडे आणि अनेक

वायूंचा कापसासारखा एक प्रचंड ढगस्वरूप गोळा असतो. तो जेव्हा सूर्यापासून लांब असतो तेव्हा त्याला शेपटी नसते.''

''म्हणजे त्याला शेपटी सूर्याजवळ आल्यावरच फुटते की काय? हे कसं काय घडतं बुवा?''

''आपल्या सूर्यमालेत तो जेव्हा गुरूच्या कक्षेच्या अलीकडे येतो, तेव्हाच त्याला शेपूट फुटायला सुरवात होते. ह्याचं कारण म्हणजे सौरवारा. तुला माहीतच आहे की, सूर्य सतत आपल्या ज्वाळा अनंत अवकाशात फेकत असतो. या सौरज्वालेच्या उष्णतेनं सौरवारे तयार होतात. ते धूमकेतूवर येऊन आदळतात. अशा वेळी त्यातील धूलिकण आणि वायू दूरवर सूर्याच्या विरुद्ध दिशेनं फेकले जातात. हीच ती मग बनते धूमकेतूची शेपटी.''

''याचा अर्थ काका, धूमकेतूची शेपटी नेहमीच सूर्याच्या विरुद्ध दिशेला असते.''

''येस माय बॉय, ही शेपटी मारुतीच्या शेपटीप्रमाणे तो जसजसा सूर्याजवळ येत जातो तसतशी वाढतच जाते. वेगवेगळ्या धूमकेतूंच्या शेपट्या मग वेगवेगळ्या आकाराच्या दिसतात. उदाहरणार्थ, इकीया सेकीया धूमकेतूची शेपटी अगदीच अस्ताव्यस्त होती. वेस्टच्या आणि हॅलेच्या धूमकेतूचं शेपूट जाड पण लांबलचक होतं. तर काही धूमकेतूंच्या शेपट्या वक्राकार, दोऱ्यासारख्या बारीक आणि सरळसोट, काही शेपट्या मुळी वेढ्या घालतात तशा गाठी मारलेल्या, काही रंगीबेरंगी तर काही धूमकेतूंना दोन, चार, सहा अशाही शेपट्या फुटलेल्या आहेत.''

''बापरे! किती मस्त दिसत असतील हे धूमकेतू आकाशात!''

''हो नं. फारच विलोभनीय दृश्य असतं ते. तुला आणखी एक गंमत सांगतो.'' गंमत म्हटल्यावर विशालनं कान टवकारले. ''१९८६ साली जो हॅलेचा धूमकेतू दिसला तो दर ७५/७६ वर्षांनी सूर्यमालेला एक फेरी मारतो. हा त्याच्यापूर्वी १९१० साली आपल्याला भेट देऊन गेला होता. त्या वेळी २१ मे रोजी तर आपली पृथ्वी चक्क त्याच्या शेपटातून आरपार गेली.''

''खरंच!'' विशाल आश्चर्यानं उद्गारला, ''पण मग त्या शेपटाशी टक्कर झाल्यावर पृथ्वीला काहीच झालं नाही?''

''जरी या धूमकेतूची शेपटी १० कि.मी. जाडीची होती तरीही पृथ्वीला काहीच झालं नाही. कारण ही अत्यंत विरळ असते. म्हणजे त्यात असंख्य धूलिकण आणि वायू जरी असले तरी त्यांची एवढी विरळता असते की, त्यांचा पृथ्वीवर काहीच परिणाम होत नाही. म्हणजे असं बघ, आता हवेत धूलिकण आहेत की नाहीत?''

''आहेत.''

''या हवेतून तू फिरतोस, हात-पाय हलवतोस. एका अर्थानं तुझी ह्या धुलिकणांशी आणि वायूंशी टक्करच होत असते अशा वेळी. पण तुला काही जाणवतं का? नाही ना? तसंच झालं पृथ्वीचं हॅलेच्या धूमकेतूच्या शेपटीतून जाताना.''

''मग लोक काय सांगतात की, धूमकेतू आला म्हणजे पृथ्वीवर अरीष्ट कोसळतात म्हणून.''

''अरे, ह्या सगळ्या अपसमजुती आणि अंधश्रद्धा आहेत. जशी

ग्रहताऱ्यांविषयी पूर्वी माहिती नसल्यामुळे अंधश्रद्धा पसरल्या तसंच या विचित्र पाहुण्याच्या भेटीमुळेही. हा काय प्रकार आहे हे न कळल्यामुळे अंधश्रद्धा वाढीला लागल्या. लढाईत हरणं, राजाचा मृत्यू होणं, ज्वालामुखी आणि धरणीकंप होणं, मोठे अपघात होणं या प्रकारच्या घटना काही वेळेस धूमकेतूच्या आगमनानंतर घडल्या म्हणून 'कावळा बसायला आणि फांदी तुटायला' असा बादरायण संबंध लावून लोकांनी धूमकेतूलाही अपशकुनी ठरवलं. खरं तर धूमकेतू दिसत नसतानाही हे उत्पात पृथ्वीवर कुठं ना कुठं असतातच. घटकाभर असं समजलं की, धूमकेतूमुळं लढाईत पराभव झाला तर त्याच वेळी दुसऱ्या पक्षाचा जय झालेला असतो हे विसरून कसं चालेल? एखाद्या ठिकाणी धूमकेतूमुळे राजा मेला तरी त्याच वेळी दुसरीकडे एखाद्या राजपुत्राचा जन्महो झालेला असतो. म्हणजे एकाचा अपशकुनी धूमकेतू दुसऱ्याला मात्र शकुनी ठरतो असं म्हणायला हवं. थोडक्यात काय, ह्या सगळ्या वेडसर कल्पना आहेत झालं.''

''या धूमकेतूमध्ये धूलिकण आणि वायू आहेत असं तुम्ही मघापासनं सांगताय. पण ते नेमके कोणते असतात?''

''हे बघ, धूमकेतू सूर्याजवळ आला की, त्याचे तीन भाग पडतात. पहिला भाग गाभा म्हणजे त्याचं डोकं, दुसरा भाग मध्यावरण आणि तिसरा म्हणजे त्याचं शेपूट – पिसारा म्हण हवं तर.. त्याचा गाभा हा घन स्वरूपातील वस्तूंनी म्हणजे बर्फ, लोह, अमोनिया, विविध धातू आणि शुष्क बर्फ म्हणजे कार्बन-डाय-ऑक्साईड अशा अनेक घटकांनी तयार झालेला असतो. त्याच्या मध्यावरणात कार्बनचे कण,

नायट्रोजन, कार्बन मोनॉक्साईड, मिथेन आणि काही संयुगे तर शेपटात हे सगळे वायू स्वरूपात आणि धूलिकण, बाष्प मोठ्या प्रमाणात असतात. त्याच्या डोक्यापासून शेपटाच्या टोकापर्यंतची लांबी कित्येक कोटी कि.मी.ची असू शकते. १८११ साली दिसलेल्या धूमकेतूचं डोकं १७ कोटी कि.मी.चं होतं तर शेपटी २२ लक्ष १० हजार कि.मी. लांबीची होती. म्हणजे बघ.''

''अबब! काय राक्षसी वस्तू आहे ही!''

''हो. आकार राक्षसी असला तरी मनोहरी आहे त्याचं दर्शन! आणि हे धूमकेतू बिचारे अगदीच 'हे' आहेत.''

'' 'हे' आहेत म्हणजे काय, काका?''

'' 'हे' म्हणजे, त्यांचं वस्तुमान अगदीच क्षुल्लक आहे. क्षुल्लक म्हणजे किती! तर पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या एक लक्षांशही नाही.''

''अच्छा! तरीच तुम्ही त्याला मघाशी कापसासारखा ढग असं म्हणालात होय! बिचारा!! अजस्र आहे पण निरुपद्रवी!!!''

*

आपली आकाशगंगा – मंदाकिनी

''काका, आपल्या आकाशगंगेचं नाव 'मंदाकिनी' आहे नं?'' सूर्यमालेची अद्‌भुत माहिती कळल्यामुळे, सूर्यमाला ज्या वसाहतीत राहते त्या वसाहतीविषयी विशालचं कुतूहल त्याला स्वस्थ बसू देत नव्हतं. काकांना चावी मारण्यासाठी त्यानं हा प्रश्न विचारला होता.

''होय,'' काका म्हणाले, ''आपल्या आकाशगंगेत असंख्य तारे आहेत. निरभ्र रात्री तू जर आकाशात नजर टाकलीस तर, तुला सारं आकाश तारकांनी खचाखच प्राजक्ताचा सडा पडावा तसं भरलेलं दिसेल. त्यातच तुला उत्तरेकडील शर्मिष्ठा, ययाती या नक्षत्रांमधून जाणारा आणि दक्षिण आकाशात त्याचं अर्धवर्तुळ पूर्ण करणारा असा एक दुधाळ पट्टा दिसेल. हीच ती आपली आकाशगंगा बरं का. पण यासाठी तुला मुंबईच्या बाहेर जावं लागेल.''

''का?''

''अरे, मुंबईसारख्या शहरात रात्रीचा दिवस करणारे प्रचंड झगझगीत दिवे असतात नं. त्याचा प्रकाश आकाशातील बराचसा भाग व्यापून टाकतो. मग कसं दिसणार हे तारांगण? जिथं या दिव्यांचा प्रकाश पोहोचणार नाही, अशा जवळपासच्या खेड्यात वा माळरानात गेलास की, ही आकाशगंगा स्वच्छ दिसू लागते. जणू काही दूधसागरच! या आकाशगंगेचं, नदीला जसे फाटे फुटतात, ती जशी वळणंवळणं घेत जाते, तसंच दृश्य दिसतं. दूर्बिणीतून तर ती आणखीनच घनदाट दिसते. या आकाशगंगेत आपली सूर्यमाला आहे. आकाशगंगेला

शास्त्रीय पारिभाषेत 'दीर्घिका' म्हणतात.''

''किती मोठी असेल हो ही? लक्षावधी तारे असतील नाही दीर्घिकेत?''

''आपल्या आकाशगंगेचा व्यास किती आहे माहीत आहे? एक लक्ष प्रकाशवर्षं. आणि तिची जाडी आहे १५ हजार प्रकाशवर्षं.''

''बापरे! हे सगळंच अफाट आहे !! माझं तर डोकं एवढा प्रचंड विस्तार कल्पूच शकत नाही!!!'' विशाल ही प्रचंड अंतरं ऐकून हबकलाच.

''हिचा आकार फुगीर पुरीसारखा किंवा असं म्हण, दोन बशा एकावर एक उपड्या ठेवल्या तर जसा आकार होईल तसा –''

''हां म्हणजेच बहिर्वक्र भिंगासारखा म्हणाना,'' विशाल काकांना मध्येच तोडत म्हणाला.

''बरोबर. तसाच आहे. समजा तिला वरून पाहिलं तर कशी दिसेल माहीत आहे? चकलीसारखी.''

''या दीर्घिकेत आपण नेमके कुठे आहोत काका?''

''तिच्या केंद्रापासून साधारणतः दोन तृतियांश अंतरावर म्हणजेच सुमारे ३० हजार प्रकाशवर्षं अंतरावर.''

''याचा अर्थ काका, तिच्या केंद्रातून निघालेला प्रकाश आपल्यापर्यंत पोहोचायला ३० हजार वर्षं लागतात म्हणायचं. आपण खरंच या विश्वाच्या पसाऱ्यात खिजगणतीतच नाहीत हो.''

''म्हणूनच मी म्हणतो की, माणूस ज्ञानानं नम्र होतो. कारण ज्ञानाच्या सागरात तो जेवढा खोल शिरतो, तेवढं त्याला त्याचं अज्ञान

जाणवत राहतं. त्यात तो किती खुजा आहे हे कळतं. मग आपोआपच तो या अवाढव्य पसाऱ्यासमोर लीन होतो. आणि जिद्दीनं, धडाडीनं नवनवीन ज्ञानाच्या शोधार्थ पुढचं पाऊल टाकतो.''

''काका, आपल्या आकाशगंगेत सूर्यासारखे अनेक तारे असतील नाही?'' विशालनं गाडी मूळपदावर आणत विचारलं.

''सूर्य तर यामध्ये अगदीच लहान तारा आहे. त्याच्यापेक्षाही हजारोपट मोठे असणारे तारे आपल्या आकाशगंगेत आहेत. हे सर्व तारे आकाशगंगेच्याभोवती फिरत आहेत.''

''म्हणजे सूर्याभोवती ग्रह फिरतात तसे. पण आम्ही तर शिकलोय की तारे स्थिर असतात म्हणून.''

''अरे, तारेच काय, आपली आकाशगंगाही तिच्या आसाभोवती संथगतीनं फिरतेय. म्हणजे हे कसं झालं बघ. पृथ्वी स्वतःच्या आसाभोवती फिरतेय. आणि तिच्या वातावरणातील कणन्‌कण फिरतोय तिच्या भोवती. तस्सच झालंय आकाशगंगेचं.''

''पण पृथ्वीनं आसाशी साडेतेवीस अंशाचा कोन केलाय.''

''तसाच आपल्या आकाशगंगेनंही उभ्या आसाशी काटकोन केलाय.''

''म्हणजे ती झाली भिंगरी.''

''व्वा काय नेमकी उपमा दिलीयस. तरीसुद्धा या पृथ्वी आणि आकाशगंगेच्या तुलनेत एक महत्त्वाचा फरक आहे बरं का.''

''तो कोणता?''

''पृथ्वीच्या गतीच्या मानानं आकाशगंगेची गती फारच कमी

आहे. तसंच पृथ्वीमधील घटकद्रव्यं तिला चिकटून फिरताहेत, तर आकाशगंगेतले तारे, वायूकण, अणू इ. घटक पदार्थ सुटे सुटे आहेत आणि असे सुटे भाग तिच्या भोवती फिरताहेत.''

''मग काका, त्यामध्ये पोकळी राहत असेल नाही? आणि केंद्राजवळील तारे वेगानं तर परिघाजवळील कमी वेगानं फिरत असले पाहिजेत. ग्रहांच्या कड्यांमधील धूलीकणांसारखे.''

''वा विशाल, आज अगदी तर्कशुद्ध बोलतोयस. सकाळी सकाळी कुणाचं तोंड बघितलंस?''

''तुमचंच.'' विशालनं काकांच्या विनोदाला त्यांच्याच पद्धतीनं उत्तर दिलं.

''असो. आपला सूर्य आकाशगंगेच्या केंद्राभोवती दर सेकंदाला सुमारे २५६ कि.मी. या वेगानं फिरतोय. या वेगानं सूर्याची एक प्रदक्षिणा सुमारे २२ कोटी ४० लक्ष वर्षांनी पूर्ण होते.''

''अबब! म्हणूनच ताऱ्यांचे वेग लक्षात येत नाहीत म्हणायचे. ही तर कासवाच्या गतीपेक्षाही कितीतरी पट कमी गती झाली.''

''अगदी गोगलगाय आणि मुंगीच्या गतीपेक्षाही.''

''काका, या आकाशगंगेच्यानंतर विश्वाची समाप्ती होत असेल नाही.''

''छयाऽ. अरे, आपल्या दीर्घिकेसारख्या कोट्यवधी दीर्घिका या विश्वाच्या पसाऱ्यात आहेत.''

''म्हणजे! मला तर ही दीर्घिका म्हणजेच विश्व वाटलं होतं!! मग हे... हे विश्व आहे तरी कसं आणि किती मोठं!!'' विशाल आश्चर्यानं

पार वेडाच झाला.

''अशा अनेक दीर्घिकांनी मिळून विश्व तयार झालंय. म्हणजे असं बघ विशाल, समुद्रात जशी लहान लहान बेटं असतात ना – असंख्य, तशाच या आकाशगंगा विश्वाच्या सागरातील बेटं आहेत. म्हणून यांना 'विश्वद्वीप' असंही म्हणतात. यातील काही आपल्या 'मंदाकिनी'च्या जवळ आहेत तर काही दूर.''

''जवळ म्हणजे काही हजार प्रकाशवर्ष अंतरावरच ना?'' विशाल आता या प्रचंड अंतरांना सरावला होता.

''होय. आपल्या आकाशगंगेच्या अगदी जवळची आकाशगंगा आहे. 'महामॅगेलन मेघ' नावाची. तिचं अंतर आहे ७५ हजार प्रकाशवर्ष. आणि आपल्या सूर्यमालेला अगदी जवळची आकाशगंगा आहे देवयानी नक्षत्रात, 'एम-३१' या नावानं ओळखली जाणारी. तिचं अंतर आपल्यापासून भरतं १५ X १०^{५} प्रकाशवर्षं. हिच्यात आणि आपल्या दीर्घिकेत फारच साम्य आहे. हिचा आकारही चपट्या तबकडीसारखा असून आपल्या दीर्घिकेच्या दुप्पट आहे.''

''आता सर्वात दूरची दीर्घिका किती अंतरावर आहे हे सांगा ना काका.''

''खरं म्हटलं तर या विश्वाचा अंत आणि आदी काही आपल्याला माहीत नाही. पण प्रचंड प्रभावी अद्ययावत दुर्बिणीतून जेवढा काही दूरवर वेध घेता आलाय त्यावरून आतापर्यंत दूरची आकाशगंगा दिसलीय ती सुमारे पाच दशकोटी प्रकाशवर्ष अंतरावर. अशा प्रकारे आजपर्यंत आपण २० लाख दीर्घिका या विश्वात असाव्यात अशा अंदाजापर्यंत येऊन पोहोचलो आहोत.''

''!!! ऽऽ'' काकांचं बोलणं ऐकून विशालला आश्चर्य कशाप्रकारे व्यक्त करावं हेच कळेना. तो नुसता डोळे विस्फारून पाहू लागला.

''आणि ही प्रत्येक दीर्घिका सेकंदास १६०० कि.मी. या वेगानं गोलगोल फिरतेय. काही शास्त्रज्ञ असं मानतात की, हे विश्व कितीही मोठं असलं तरी त्याला अंत असलाच पाहिजे.''

''पण मग त्यापलीकडे काय? हा प्रश्न उरतोच ना.'' विशालनं नेमका शास्त्रज्ञांच्या मनात डाचणारा प्रश्न विचारला.

''म्हणूनच या बाबतीत मतभेद आहेत. कारण आपल्याला जे दिसतंय तो विश्वाचा एक लहानसा तुकडाच आहे. काही शास्त्रज्ञ यावर उत्तर म्हणून सांगतात की, ते विश्व सतत प्रसरण पावत आहे आणि प्रत्येक दीर्घिका एकमेकांपासून दूरदूर जात आहेत. म्हणजे असं बघ की, अनेक रंगीत ठिपक्यांचा फुगा फुगवताना जसे ठिपके दूरदूर जातील तसं हे दृश्य आहे. याउलट काही जण म्हणतात की, हे विश्व स्थिर आहे. असे अनेक मतप्रवाह आहेत. आणि विशेष म्हणजे प्रत्येक मताला गणिती आधार आहे. खगोलविद् हबल यांनी तर या विश्वाचं वय ठरवलं आहे.''

''किती कोटी वर्षं?''

''कोटी? अरे, फारच लहान संख्या घेतलीस. ते आहे ५ महापद्म वर्षं म्हणजे ५ वर १२ शून्यं!''

*

विश्वाच्या पसाऱ्यात

''काका, प्रत्येक आकाशगंगा हे एक स्वतंत्र आणि प्रचंड विश्व आहे याबद्दल वादच नाही. त्यामध्ये अब्जावधी तारे असतात हेही खरंच. या पसाऱ्यात आपला तेजःपुंज सूर्य साधारण प्रतीचा तारा आहे हेही कळलं. आणि –''

''ज्या सूर्याला तू साधारण म्हणतोय तो या पसाऱ्यात त्याहूनही लहान आहे बरं का,'' काका विशालला मध्येच थांबवत म्हणाले, ''खरं तर या पसाऱ्यात तो नगण्य तारा आहे. एवढा लहान आकार आहे त्याचा. त्याच्यापेक्षा शंभर पटीनं मोठे असणारे जे तारे आहेत ना त्यांना साधारण आकाराचे तारे म्हणतात. आणि त्याहीपेक्षा जे प्रचंड मोठे असतात त्या ताऱ्यांना 'राक्षसी तारे' असं म्हणतात. गणिताच्या भाषेत सांगायचं झालं तर असं सांगता येईल की, सूर्याएवढा व्यास असलेले म्हणजे सुमारे १३ लक्ष ८४ हजार चारशे कि.मी. व्यासाचे तारे सर्वांत लहान तारे गणले जातात. त्यापेक्षा मोठ्या व्यासाचे आणि २ कोटी ८८ लाख कि.मी. व्यासापर्यंतचे तारे साधारण आकाराचे तर त्याहून मोठ्या व्यासाच्या ताऱ्यांना 'राक्षसी तारे' असं म्हणतात. आपल्या शास्त्रज्ञांना ६४ कोटी कि.मी. व्यासाचे तारेही सापडले आहेत.''

विशालला आता या प्रचंड आकड्यांचं आश्चर्य वाटेनासं झालं होतं. हा विश्वाचा प्रचंड पसारा किती प्रचंड आहे याची त्याला कल्पना येऊ लागली होती. आश्चर्य जरी चेहऱ्यावर नसलं तरी ते हे सगळं कुतूहलानं ऐकत होता. त्याला राहून राहून एवढंच नवल वाटत होतं

की एवढ्या अतिदूऽर अंतरावरील तारे या शास्त्रज्ञांनी कसे काय शोधून काढले. प्रभावी दुर्बिणी साथीला असल्या म्हणून काय झालं. खरंच कमाल आहे शास्त्रज्ञांची!

''ओ महाशय कुठं तंद्री लागलीय.'' काकांनी त्याची विचारशृंखला तोडली, ''आणि हे सारे सरासरी किती वेगानं फिरताहेत सांगू? त्यांचा वेग आहे ताशी १६ हजार ते १६० हजार कि.मी. या ताऱ्यांबरोबरच्या विश्वात आकाशगंगेच्या व्यतिरिक्त तेजोमेघ किंवा अभ्रिका आणि तारकागुच्छही असतात.''

''हा आणखी कोणता प्रकार आहे?'' विशालला ही माहिती नवीनच होती.

''काय आहे की, कधीकधी डोळ्यांनी एखादी तारका अंधुक दिसते नं, ती दुर्बिणीतून पाहिली तर एखाद्या शुभ्र मेघाप्रमाणे दिसते. आणि त्यात प्रचंड संख्येनं तारकांचा समुदाय दिसतो. अशा तारकांच्या समूहालाच तेजोमेघ म्हणतात. हेही अवकाशात असंख्य आहेत. त्यांचे साधारणपणे दोन मुख्य प्रकार आहेत.''

''म्हणजे त्यातही पुन्हा प्रकार आहेत वाटतं.''

''हो नं. पहिल्या प्रकारच्या तेजोमेघांना 'दीर्घिकेस' असे म्हणतात. ते विकर्ण असतात. म्हणजे असं की, त्यांचा आकार अनियमित असतो. त्यातील ताऱ्यांचा प्रकाश द्रव्यावर पडून परावर्तीत झाल्यामुळे ते तेजस्वी आणि अनियमित आकाराचे दिसतात. त्यातील द्रव्य म्हणजे अतिसूक्ष्म धूलिकणांचे ढग. युरेनस ग्रहाचा शोधक विल्यम हर्षल तुला आता माहीतच आहे. त्याच्या बहिणीनं कसेलीन हर्षलनं अशाप्रकारचे

२५०० तेजोमेघ शोधून काढले आहेत. कृत्तिका नक्षत्रातील एम-४५ ही अभ्रिका याच प्रकारची आहे. तसंच वृषभराशीतील कर्क अभ्रिका एम-१ याच प्रकारातील आहे. आणि मृग नक्षत्रातील एम-४२ तेजोमेघही असाच अनियमित आकाराचा आहे.''

''काका, हे एम-४५, एम-१, एम-४२ आणि मागच्या वेळेला तुम्ही सांगितलेला एम-३१ या सगळ्यांच्या क्रमांकात 'एम' हे अक्षर का येतं सारखंसारखं. थोडक्यात ही 'एम' काय भानगड आहे?''

''त्याचं काय आहे, चार्लस मिसीयर या नावाच्या एका फ्रेंच खगोल अभ्यासकानं १७८४ साली अशा अनेक नवनवीन तारकांची निरीक्षणं करून त्याची यादी प्रसिद्ध केली. या यादीतील क्रमांकानुसार तेजोमेघ, तारकागुच्छ ओळखले जातात. आणि ज्याने ही यादी पहिल्या प्रथम प्रसिद्ध केली तसंच खगोलशास्त्रात मोलाची भर घातली म्हणून त्याच्या नावाचं आद्याक्षरं 'एम' मिसियरचं 'एम' त्या क्रमांकामागे लावतात. हा त्या शास्त्रज्ञाचा बहुमान आहे. आणि त्याच्या प्रती कृतज्ञ भावना व्यक्त करण्याची ही एक पद्धत आहे. याच तत्त्वानुसार ज्या ज्या शास्त्रज्ञांनी मानवाच्या उत्क्रांतीला वरच्या टप्प्यावर नेणारे शोध लावले त्यांच्या नावाचं एकक लावण्याचा प्रघात कृतज्ञता व्यक्त करण्यासाठी पडला आहे.''

''खरंच, आम्ही अभ्यासात बलाचं एकक न्यूटन, शक्तीचं एकक वॅट, तर उर्जेचं एकक ज्यूल अशी कितीतरी शास्त्रज्ञांची नावं एकक म्हणून वापरतो. आता कळलं असं का ते. त्यांची आठवण सदोदित आपल्या मनात राहून त्यांच्यासारखं उत्तुंग कार्य करण्याची प्रेरणा मिळावी

म्हणून.''

''असा विचार करणं यालाच खरं शिक्षण म्हणतात बरं विशाल. हं तर मी काय सांगत होतो?''

''तेजोमेघांच्या प्रकारांबद्दल.'' तत्परतेनं विशालनं धागा जोडून दिला.

''या तेजोमेघांचा दुसरा जो प्रकार आहे त्यांना 'दीर्घिकातीत' म्हणजे ग्रहानुकारी अभ्रिका असं नाव आहे. या अभ्रिकेत मध्यभागी एक तारा आणि त्याच्याभोवती कापसाच्या ढगाच्यासारखा द्रव्याचा पुंजका असतो. या बहुतांशी नियमित आकाराच्या असतात. 'वीणा' या तारकासंघातील एम-५७ ही अभ्रिका अंगठीच्या आकाराची आहे. मागे तुला सांगितलेल्या देवयानी तारकापुंजातील एम-३१ हा तेजोमेघही याच प्रकारचा म्हणजे ग्रहानुकारी व नियमित आहे. याशिवाय कृष्णमेघही असतात अवकाशात.''

''हा तेजोमेघाच्या बरोबर उलटा प्रकार झाला म्हणायचा.''

''हो नं. कृष्ण मेघ म्हणजे कृष्ण अभ्रिका. हे एक प्रकारचे काळे ढग असतात. पण आपल्या पृथ्वीवरील पावसाळ्यातील काळ्या ढगांसारखे जलदी मात्र नाहीत हं. या अभ्रिकेतील तारे पूर्णपणे झाकलेले असतात. या प्रकारच्या अभ्रिकेत जे असंख्य धूलिकण असतात ना त्यांच्यात प्रकाश किरण अडवण्याची ताकद असते.''

''म्हणजे हे प्रकाश किरण शोषून घेतात की काय?''

''तसंच काहीसं समज. मृग नक्षत्रातील एम-४२ क्रमांकाचा जो कृष्णमेघ आहे नं, त्याचा आकार अगदी घोड्याच्या तोंडासारखा आहे.

आणि गेली कित्येक हजार वर्षं तो तसाच आहे. त्याला म्हणूनच अश्वमुखी कृष्णमेघ वा कृष्णाभ्रिका असं म्हणतात. या विश्वाच्या पसाऱ्यात ज्या आकाशगंगा आहेत नं, त्यांना अनेक ठिकाणी फाटे फुटलेले असतात असं मी तुला सांगितल्याचं आठवत असेलच. कधीकधी अशा दोन फाट्यांच्या दरम्यान काळे पट्टे किंवा असं म्हण हवं तर, काळी खिंडारं पडलेली असतात.''

''हे आणखी एक नवलच.''

''आपल्या आकाशगंगेतही अशी काळी खिंडारं दिसून आली आहेत. हंस ताऱ्याच्या आग्नेयेस, ज्येष्ठा ताऱ्याच्या उत्तरेस, एम-८० तारकागुच्छाच्या पूर्वेस, वृषपर्व्यातील, डेल्टा ताऱ्याच्या जवळच, त्रिशंकू तारकासमुहाच्या जवळ अशाप्रकारची खिंडारं आढळली आहेत.''

''एक मिनिट हं काका. तुम्ही आताच तारकागुच्छाचा उल्लेख केलात. तसंच मघाशीही. विश्वात तारकागुच्छ म्हणजे काय फुलांच्या गुच्छासारखे बुकेसारखे असतात होय?''

''नावावरनं तू केलेला अंदाज काही चुकीचा नाहीय. फक्त फरक एवढाच की, पुष्पगुच्छ पाच-पन्नास फुलांचा असतो तर–''

''– तर तारकागुच्छ लक्षावधी ताऱ्यांचा.'' विश्वाचा आवाका कळलेल्या विशालनं काकांचं वाक्य पूर्ण केलं.

''हे तारका गुच्छही दोन प्रकारचे असतात. पहिला प्रकार म्हणजे विस्कटलेले तारकागुच्छ आणि –''

''दुसरा प्रकार बांधलेले तारकागुच्छ.'' विशालनं आपला अंदाज व्यक्त केला.

''नाही तेजोमेघ कृष्णमेघासारखे विरुद्ध प्रकार नाहीत. दुसऱ्या प्रकारचे तारकागुच्छ असतात मिटलेले. त्यातही विस्कटलेल्या म्हणजे अनियमित तारकागुच्छांचं प्रमाण जास्त आहे. यांना आपण गुच्छ म्हणतो याचं कारण हे सगळे तारे – लक्षावधी तारे एकत्रितपणे गतीमान असतात. म्हणजे बस आणि बसमधील प्रवासी जसे बसच्या वेगानं एकत्रितपणे गतीमान असतात तसेच काहीसे. कृत्तिका, रोहिणी, अरुंधती केश आणि कर्क यातील तारकागुच्छ या प्रकारचे आहेत. त्यांचं दर्शन साध्या दुर्बिणीतूनही होऊ शकतं.''

''आणि मिटलेल्या तारकागुच्छांचं काय?''

''तेही दुर्बिणीतून पाहता येतात. यांतील तारे अगदी जवळ जवळ असून त्यांचा आकार साधारणपणे गोल असतो. जर तू एखाद्या काचेच्या चंबूत जर गोट्या भरून ठेवल्यास तर जसं दिसेल तसे हे तारे एकत्रित असतात.''

''या उदाहरणात प्रत्येक गोटी म्हणजे एक तारा आणि त्यांच्या दाटीवाटीनं तयार झालेला गोल म्हणजे मिटलेला तारकागुच्छ असंच ना काका?''

''बरोबर. यांची संख्या त्यामानानं कमी आहे. शामशबलमधील एम-३, नरतुरंगातील ओऐगा आणि शौरीतील एम-१३ ही याप्रकारच्या तारकागुच्छांची उदाहरणं म्हणून सांगता येतील.''

''काका, तुम्ही कृत्तिका, नरतुरंग, मृग, रोहिणी, देवयानी, शामशबल, कर्क ही जी नावं मघापासून सांगताहात ते आकाशात नेहमी दिसणारे तारकासमूह आहेत ना. तेही साध्या डोळ्यांनी.''

''व्वा! म्हणजे आता तुला आकाशनिरीक्षण करायची उत्सुकता निर्माण झालेली दिसतेय. जरूर. आपण कृष्णपक्षाच्या रात्री आकाशदर्शन करत जाऊ. कारण शुक्लपक्षात चंद्राच्या प्रकाशामुळे तेवढेसे तारे नीट दिसत नाहीत. तरीही काही ठळक तारे दाखवीन तुला मी आज रात्री. पण संपूर्ण आकाशदर्शन करण्यासाठी आपल्याला जाव लागेल मुंबईबाहेर.''

''ओ. के. आय ॲम रेडी काका — एनी टाईम.''

*

ताऱ्यांचे प्रकार

''काका, या विश्वाच्या पसाऱ्यात दीर्घिका, अभ्रिका आणि तारकागुच्छ असतात हे कळलं. या प्रत्येकाचं विश्व अगणित ताऱ्यांचं असतं हेही कळलं. या ताऱ्यांचे सामान्य, साधारण आणि राक्षसी तारे असे प्रकार पडतात हे सुद्धा कळलं. पण या सगळ्या प्रकारच्या ताऱ्यांमध्ये काही ना काही वैशिष्ट्य असेलच ना?'' विशाल आता पुरता तारांगणात गुरफटला होता.

''तू जे ताऱ्यांचे प्रकार सांगितलेस ना ते ढोबळ मानानं पडतात.''

''पण तुम्हीच तर मला हे मागच्या वेळी सांगितले होते. आणखी काही प्रकार असतील तर ते कुठे तुम्ही मला सांगितलेयत. मग मला कसं कळणार?'' विशालनं काकांना कैचीत पकडत विचारलं.

''बरं बाबा विसरलो असेन.''

''मग आता सांगा ना.'' विशाल काकांना तसा सोडायला तयार नव्हता.

''ओ. के., ओ. के, ऐक तर.'' असं म्हणत काकांनी बैठक मारली. ''श्वेत बटू —''

''कुठाय?'' विशाल इकडे तिकडे बघत म्हणाला.

''विनोद सोड. मी ताऱ्यांचं वर्गीकरण करतोय. तुला सांगितलेल्या मुख्य तीन प्रकारांत जे तारे आहेत त्यांचं वर्गीकरण केलंय. त्यातील काही श्वेतबटू, काही रक्तवर्णी राक्षसी तर काही रूपविकारी तारे

आहेत. या रूपविकारी ताऱ्यांचेसुद्धा उपविभाग आहेत. त्यांना पिधानी, गुच्छविकारी, स्पंदमान, नवतारे, अतिनवतारे असं म्हणतात. यांतील बरेचसे गुणित तारेही आहेत.''

''काका, काका, तुमची ही खगोलशास्त्रीय भाषा माझ्या पार डोक्यावरनं गेली. मला समजेल अशा भाषेत जरा बोला ना.''

''तुला या एकेका ताऱ्याबद्दल सविस्तर माहिती सांगितली नं की, सगळं कळेल. घाई करू नकोस. पहिल्यांदा श्वेतबटूबद्दल सांगतो. या ताऱ्यांची संख्या कमी आहे, आणि त्यांचं तेजही कमी असतं. परंतु यांचं तापमान मात्र अतिशय उच्च असतं. या ताऱ्यांचं वस्तुमान जवळपास आपल्या सूर्याच्या वस्तुमानाएवढं असतं. तर कधीकधी थोडंस जास्त भरतं.''

''म्हणजे आपला सूर्यही पुढेमागे श्वेतबटू होणार तर.'' विशालनं आपला तर्क लढवला.

''बरोबर आहे तुझा अंदाज, पण तो किस्सा पुन्हा केव्हातरी सांगेन, या प्रकारच्या ताऱ्यांचं तेज कमी असण्याचं कारण म्हणजे त्यांचं कमी आकारमान आणि प्रचंड घनता असं शास्त्रज्ञांना आढळून आलंय. यांचा आकार एवढा लहान असतो की, त्यांतील काही पृथ्वीच्या आकारापेक्षाही लहान आहेत. एवढंच काय आपल्या आशिया खंडाची व्याप्ती जेवढी आहे नं तेवढ्या लहान आकाराचेही काही श्वेतबटू आढळले आहेत. व्याध ताऱ्याच्या 'कुत्र्याच्या पिल्ला'तील एक तारा या प्रकारचा आहे.''

''कुत्र्याचं पिल्लू! काय मजेशीर नाव आहे ताऱ्यांचं!''

''आता रक्तवर्णी राक्षसी ताऱ्यांची गंमत ऐक. या ताऱ्यांचा व्यास एवढा मोठा असतो की, त्यात आपली संपूर्ण सूर्यमाला सामावू शकेल.''

विशाल काकांचं बोलणं लक्षपूर्वक ऐकत होता.

''यांचा आकार प्रचंड असल्यामुळे त्यांची घनता अत्यंत कमी असते.''

''बरोबरच आहे. आकारमान आणि घनता यांचं प्रमाण व्यस्त असतं हे आम्ही शिकलोय शाळेत.'' विशालला शाळेत रुक्षपणे शिकवलेलं सूत्र आठवलं.

''या ताऱ्यांचं तापमान २००० अंश केल्व्हीन एवढं असतं. कर्क राशीतील ज्येष्ठा तारा अस्त आहे. ते तारे तांबडे आणि अवरक्त किरण म्हणजे इन्फ्रा रेड किरण मोठ्या प्रमाणात उत्सर्जित करतात म्हणून ते तांबडे भडक दिसतात, आणि म्हणूनच त्यांना रक्तवर्णी राक्षसी तारे म्हणतात.''

''एक मिनिट काका, अवरक्त किरणं म्हणजे तुम्ही तुमच्या पाठदुखी आणि सांधेदुखी बरी व्हावी म्हणून जो दिवा वापरता तो याच किरणांचा असतो ना?''

''येस माय डियर.''

''आणि अंश केल्व्हीन हे एकक निरपेक्ष तापमान मोजण्यासाठी वापरतात नं? सेल्सियस, फॅरनहीटसारखं?''

''हो. शून्य अंश सेल्सियस म्हणजे २७३ अंश केल्व्हीन. केल्व्हीन या शास्त्रज्ञानं हे एकक शोधून काढलं म्हणून या प्रकारच्या

एककाला त्याचंच नाव देऊन त्याच्याविषयी कृतज्ञता व्यक्त करण्यासाठी हा बहुमान दिलाय त्याला. तर सांगायचा मुद्दा असा की, रक्तवर्णी राक्षसी तारे तुलनेनं अतिशय थंड असतात.''

''पण त्याचं तापमान कसं काय ओळखतात?''

''ते वर्णपटदर्शाच्या साहाय्यानं, रंगावरून ओळखता येतं. सर्वांत जास्त तापमान निळ्या रंगाचं असतं. सुमारे १६,००० अंश सेल्सियसच्या वर. त्या खालोखाल पांढरा रंग येतो. या रंगाचं तापमान ११,००० अंश सेल्सियस असतं. नंतर नंबर लागतो पिवळ्या रंगाचा. सुमारे ६,००० अंश सेल्सियस तापमान असतं त्या रंगाचं. त्यानंतर कमी उष्णतामानाचा रंग आहे नारिंगी. या रंगाचं तापमान आहे ४,३०० अंश सेल्सियस, आणि सगळ्यांत शेवटी नंबर लागतो तांबड्या रंगाचा. याचं तापमान असतं ३,१०० अंश सेल्सियसपर्यंत. आणि एक लक्षात घ्यायचं की, ही सगळी तापमानं त्या त्या ताऱ्यांच्या पृष्ठभागावरून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेची आहेत.''

''म्हणजे त्यांच्या गाभ्यात तर आणखी प्रचंडच तापमान असलं पाहिजे.'' विशालला काकांनी या आधीच सूर्याची माहिती दिल्यामुळे हा अंदाज बांधणं सोपं गेलं.

''आता तुला सांगतो सविस्तर ताऱ्यांबद्दल,'' काका मूळ विषयाकडे वळत म्हणाले, ''या ताऱ्यांच्या तेजस्वितेत नेहमीच चढ उतार होताना दिसतात. काही काळपर्यंत यांचं तेज कमीकमी होऊन किमान मर्यादा गाठतं तर नंतर काही काळ ते वाढत वाढत जाऊन कमाल मर्यादा गाठतं. या चढ उताराची एक फेरी पूर्ण होण्यास जो

काळ लागतो त्याला त्या ताऱ्यांचा 'आवर्तकाल' असं म्हणतात.''

''हे म्हणजे आपल्या चंद्राच्या किंवा शुक्राच्या कलांप्रमाणे झालं म्हणायचं. चंद्र जसा दर पंधरवड्यात वाढत जातो आणि नंतर कमी होत जातो तसंच या ताऱ्यांच्या तेजाबाबत होतं म्हणायचं.''

''यावरून तुझ्या लक्षात येईल की, प्रत्येक ताऱ्यांचा हा आवर्तकाल ताऱ्यानुसार बदलतो. काहींचा काही तास, काहींचा काही महिने तर काहींचा काही वर्षांचाही असतो हा आवर्तकाल.''

''अच्छा, त्यांच्या तेजात सतत ठराविक काळात बदल होत असतो म्हणूनच त्यांना रूपविकारी तारे म्हणतात तर.'' विशालला खरोखरच आता कळायला लागलं होतं.

''आपला 'ध्रुवतारा' आणि 'काक्षेय तारा' या प्रकारचे तारे आहेत, जे आपण साध्या डोळ्यांनीही पाहू शकतो. यातील कमी आवर्तकालाचे जे तारे आहेत त्यांचे पिधानी, गुच्छकारी आणि स्पंदमान तारे असे तीन भाग पडतात.''

''विधान म्हणजे आपल्याकडच्या सूर्य व चंद्र ग्रहणांसारखी ताऱ्यांची ग्रहणं नं काका?''

''बरोबर आहे तुझं म्हणणं. पिधानी तारा हा जोडतारा असतो. त्यातील एक जास्त तेजाचा तर दुसरा कमी तेजाचा असतो आणि कमी तेजाचा तारा ह्या जास्त तेजाच्या ताऱ्याभोवती घिरट्या घालत असतो. ज्या ज्या वेळेस यांची भ्रमणकक्षा आणि पृथ्वीला सांधणारी रेषा हे एकाच पातळीत येतात तेव्हा मधला तारा दिसेनासा होतो आणि आपल्याला एकच तारा दिसतो अशा वेळी. यालाच पिधान असं

म्हणतात. 'अलगोल' आणि 'मित्र' तारे या प्रकारचे तारे आहेत.''

''मित्र तारा म्हणजे आपल्या सूर्यमालेला सर्वांत जवळ असणारा की, ज्याचा प्रकाश आपल्यापर्यंत पोहोचायला ४.३३ प्रकाशवर्षं लागतात.''

''चांगलंच लक्षात आहे तुझ्या म्हणायचं. आता या प्रकारातील जे दुसरे गुच्छविकारी तारे आहेत ना त्यांचं असं नाव पडण्याचं कारण म्हणजे ते तारकागुच्छात प्रथम सापडले म्हणून. या ताऱ्यांचं वैशिष्ट्य म्हणजे हे भरमसाठ वेगानं भ्रमण करतात. त्यांचा वेग दर सेकंदाला ३२० कि.मी.पेक्षाही जास्त असतो. याचं पृष्ठीय तापमान साधारणतः ४,६०० अंश सेल्सियस ते ५,३०० अंश सेल्सियसच्या दरम्यान असतं आणि आवर्तकाल दीड तासापासून २४ ते २५ तासांपर्यंत बदलता असतो.''

''काका, आत्ताच तुम्ही जोड ताऱ्यांबद्दल सांगितलंत. त्यांची नेहमी दोन-दोनची जोडी असते का हो?''

''नाही ना. काही वेळा त्यांचं त्रिकूट तर काही वेळा चौकडीही असते.''

''चांडाळ चौकडीसारखी.'' विशाल हळूच पुटपुटला तरी ते काकांना ऐकू गेलंच.

''तुझ्या मित्रांच्या चौकडीचा गुणधर्म लावू नकोस या ताऱ्यांना. खरं तर अशा ताऱ्यांचं निरीक्षण खूपच नयनमनोहारी असतं. एकापेक्षा जास्त तारे एकत्र बद्ध असल्यामुळेच यांना गुणित तारका असंही म्हणतात.''

''म्हणजे दोन सपाट आरसे विशिष्ट कोनात ठेवल्यावर जशा गुणित प्रतिमा दिसतात तसं.''

''उपमा योग्य असली तरी बरोबर नाहीय. कारण आरशात समोर पदार्थ एकच असतो. तर इथं अनेक तारेच एकत्र असतात. उदाहरणार्थ, सप्तर्षीच्या शेपटातला मधला तारा जोड तारा आहे. त्यातील एकाचं नाव 'वसिष्ठ' तर दुसऱ्या अंधूक ताऱ्याचं नाव आहे 'अरुंधती.' हे तारे त्यांच्या सामाईक गुरुत्वमध्याभोवती फुगडी घातल्याप्रमाणे फिरताहेत. तर वीणा तारकासमूहांमधील 'एप्सिलॉन' हा तारा साध्या डोळ्यांनी पाहिल्यास जोड तारा जरी दिसत असला तरी दुर्बिणीतून मात्र त्यातील प्रत्येक तारा हा जोडतारा असल्याचं दिसतं. म्हणजे ही झाली ताऱ्यांची चौकडी.''

काकांचं अचानक घड्याळाकडं लक्ष गेलं. गप्पांमध्ये बराच वेळ गेला होता. विशालची शाळेची वेळ होत आली. तेव्हा काका लगबगीनं म्हणाले, ''अरे विशाल, आपण गप्पांत फार वेळ घालवला. चल, लवकर आवर. तुझ्या शाळेची वेळ झालीय.''

विशाल गप्पांत एवढा गुंग झाला होता की, त्यांच्या चेहऱ्यावर मधूनच उठून जायचं म्हणून लगेच नाराजी पसरली. हे जाणून काका म्हणाले, ''तू काही काळजी करू नकोस. उरलेल्या ताऱ्यांची माहिती मी तू संध्याकाळी परत आल्यावर नक्की देईन.''

*

स्पंदमान-रूपविकारी तारे

विशाल शाळा सुटल्याबरोबर धावतच घरी आला. काकांकडून सकाळी अर्धवट राहिलेली माहिती जाणून घ्यायला तो उत्सुक झाला होता. शाळेतही तो ताऱ्यांबद्दलच मित्रांशी बोलत होता. त्यानं सांगितलेली माहिती ऐकून त्याचे मित्र आश्चर्यचकित झाले. त्यांना नवल वाटलं, 'आपल्यालाही विशालच्या काकांसारखे काका असते तर किती बरं झालं असतं. आपल्यालाही अशा अद्भुत गोष्टी कळल्या असत्या.'

त्यांच्या या प्रकारच्या विचारांशी विशाल पूर्ण सहमत होता. त्यावर पर्याय म्हणून त्यानं सुचवलं, "तुम्हाला जरी असा काका नसला तरी, माझा काका हा तुमचा काका नाही का? मग आपण असं करूया नं, आठवड्यातून एकदा ठराविक वेळी माझ्याकडे जमायचं. आणि काकाला गोष्ट सांगायला सांगायचं."

"हं, ही चांगली आयडीया आहे," एक मित्र म्हणाला.

विशालनं घरात पाऊल टाकल्याबरोबर पहिल्यांदा काय केलं असेल तर ते काकांना पकडून शाळेत मित्रांबरोबर जे ठरवलं होतं त्याचं कथन आणि लगेच ताऱ्यांची माहिती सांगा म्हणून आग्रह करू लागला.

"सांगतो. पण आधी दप्तर जागेवर ठेव. हातपाय धू, कपडे बदल, थोडं खाऊन घे. मग बसू गप्पा मारत."

"हे स्पंदमान तारे पिधानी ताऱ्यांसारखे जोड तारे नसले तरी, त्यांच्या तेजस्वीतेत सारखा चढ-उतार होत असतो. त्याचं कारण त्याचं अंतरंग."

"म्हणजे?"

"प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे या ताऱ्यातील अणू त्याच्या केंद्राकडे खेचले जातात. म्हणून हा तारा आणखीनच आंकुचन पावतो. त्यामुळे केंद्रभागात प्रचंड ऊर्जा निर्माण होते. ती उसळी मारून जोरानं बाहेर फेकली जाते. त्यामुळे भोवतालचे अणूही दूरवर फेकले जातात. याचा अर्थ तो आता प्रसरण पावतो. या प्रकारे त्याच्या अंतरंगाचे सतत आंकुचन प्रसरण होत असते. परिणामी त्यांच्या तेजस्वीतेत सारखा फरक पडतो. याचा आवर्तकाल नेहमी ह्यांच्या आकुंचन-प्रसरणकालाइतकाच असतो."

"अच्छा, म्हणूनच यांना स्पंदमान तारे म्हणतात. म्हणजेच, आपल्या हृदयाचं जसं आकुंचन-प्रसरण नियमितपणे चालू असतं त्याला आपण हृदयाचं स्पंदन म्हणतो तसंच या ताऱ्यांचं म्हणून यांना स्पंदमान तारे म्हणायचं. नाही का?"

"झकास. तुलना तर सुंदर केलीस. या ताऱ्यांची गती साधारणतः सूर्याच्या गती एवढीच –"

"म्हणजे सेकंदाला १९.२ कि.मी. ना?" सकाळी काकांनी सांगितलेलं विशालच्या चांगलंच लक्षात होतं.

"होय. वृषपर्वा तारकासमूहामधील 'डेल्टा' तारा या प्रकारचा आहे. आजपर्यंत असे शेकडो स्पंदमान तारे शोधून काढण्यात शास्त्रज्ञांना यश आलंय. या प्रकारच्या ताऱ्यांचा उपयोग अवकाशातील ताऱ्यांमधील अंतरं मोजण्यासाठी करता येतो. कारण हे तारे विद्युत चुंबकीय लहरी प्रक्षेपित करीत असतात."

''काका, विद्युत चुंबकीय लहरींचा वेग हा प्रकाशाच्या वेगाएवढाच आहे नं?''

''चांगलंच लक्षात आहे म्हणायचं तुझ्या. पिधानी, गुच्छविकारी आणि स्पंदमान तारे हे सगळे कमी आवर्तकालाचे झाले. दीर्घ आवर्त कालाचेही काही तारे सापडले आहेत, म्हणून अशा ताऱ्यांना दीर्घ आवर्तकाली तारे असं म्हणतात. या ताऱ्यांचा वेग अफाटच असतो. आणि यांचं आकारमानही प्रचंडच असतं.''

''मग यांची घनता अगदीच कमी असायला हवी.''

''हो नं. या प्रकारच्या ताऱ्यांची घनता हवेच्या घनतेच्या फक्त एक सहस्रांश एवढी कमी असते. यांच्या पृष्ठभागावरती तापमान १,८०० ते २,३०० अंश सेल्सियस एवढं कमी असतं.''

''एवढ्या अवाढव्य ताऱ्यांचं तापमान एवढं कमी!''

''तेही एक गूढ आहे. अजून तरी हा प्रश्न अनुत्तरित आहे. कमी तापमानामुळेच हे तारे नारिंगी किंवा गडद लाल रंगाचे दिसतात. यांच्या बाह्य आवरणात हैड्रोजनचं प्रमाण प्रचंड वाढलं आहे.''

''हैड्रोजन हा सर्वांत हलका वायू आहे. म्हणूनच या ताऱ्याची घनता कमी असंही एक कारण कमी घनतेसाठी देता येईल.''

''परफेक्टली राईट, विशाल,'' काका त्याची पाठ थोपटत म्हणाले, ''या ताऱ्यांचा रंग जेवढा गडद लाल तेवढा यांचा आवर्तकाल मोठा असतो. साधारणतः काही महिन्यांचा म्हण ना. तिमिंगल तारकासमूहामधील 'मीरा' तारा या प्रकारचा आहे. या ताऱ्याच्या तेजाचा आवर्तकाल ३३० दिवसांचा आहे.''

''म्हणजे दर ३३० दिवसांनी याचं तेज कमी जास्त होतं असंच ना, काका?''

''अशा प्रकारचे तारे देवयानी नक्षत्रात तसंच सिंहराशीतही आढळले आहेत. यांच्या तेजात नियमितपणे चढ उतार होतो म्हणून अशा ताऱ्यांना नियमित रूपविकारी तारे असं म्हणतात.''

''याचा अर्थ काका, अवकाशात अनियमित रूपविकारी तारेही असले पाहिजेत.'' विशालनं तर्क लढवला.

''बरोबर. अशा ताऱ्यांबद्दल अजून कोणताही नियम तयार करता आला नाही. म्हणूनच तर त्यांना अनियमित रूपविकारी तारे म्हणायचं. 'काक्षेय' हा तारा याप्रकारचा आहे. त्याचा आवर्तकाल सुमारे सहा वर्षांचा आहे असं आढळून आलंय.''

''काका, कधीकधी असंही होत असेल नाही की, पूर्वी कधीही न दिसलेला तारा अचानक दिसू लागतो. त्याचं तेज वाढत वाढत जाऊन अति तेजस्वी झाल्यानंतर कालांतराने नाहीसाही होतो.''

''होतं नं असं कधीकधी. अशा ताऱ्यांना 'नवतारे' असं म्हणतात किंवा स्फोट पावणारे तारे असंही म्हणतात. होतं काय की, काही कारणानं या ताऱ्याच्या अंतरंगात खळबळ माजून प्रचंड उद्रेक होतो''.

''आपल्या ज्वालामुखीसारखा?''

''त्याहून कितीतरी पट मोठा. ज्वालामुखी म्हणजे त्याच्यापुढे सिगारेटचं थोटूक! अशा वेळेस त्यातून मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा उत्सर्जित होते आणि उष्णता व प्रकाश बाहेर फेकले जातात. हे नवतारे नेहमीच जोडतारे असल्याचं आढळलंय आणि बरेचदा श्वेतबटूपासून त्यांचा जन्म

होतो. श्वेतबटू त्यामानानं थंड ताऱ्यातील द्रव्य आपल्याकडे खेचून घेतो. हे जे जास्तीचं द्रव्य त्यावर येऊन आदळतं त्यामुळेच त्या ताऱ्याचा स्फोट होतो. त्यालाच आपण नवतारा म्हणतो. कधीकधी या नवताऱ्याचं तेज मूळच्या ताऱ्यापेक्षा ८० हजार पटीनं वाढतं. अशा प्रचंड दीप्तीच्या ताऱ्याला 'अतिनवतारा' असं म्हणतात. असा तारा चीनमध्ये इ.स. १०५४ साली भर दिवसाही दिसला होता. त्याच्यापुढे सूर्याचं तेजही कमी झालं होतं अशी इतिहासात नोंद आहे. आजही हा नवतारा वृषभ राशीत दुर्बिणीच्या साहाय्यानं पाहता येतो.''

''म्हणजे कालांतराने याचं तेज कमीकमी होत जातं आणि तो अदृश्य होतो असंच ना?''

''अतिनवतारे क्वचितच आढळतात. पण नवतारे मात्र त्यामानानं बरेच सापडले आहेत. अतिनवतारे आपल्याला आजपर्यंत जे सापडले आहेत ते दुसऱ्या आकाशगंगेतील. आपल्या आकाशगंगेत मात्र १५७२ साली एकच असा अतिनवतारा दिसलाय. त्याला 'टायकोचा तारा' असं म्हणतात. काही नवताऱ्यांचे पुनःपुन्हा स्फोट झाल्याचंही आढळलं आहे. पण त्यांच्या दोन स्फोटातील अंतर काही हजार वर्षांचं असतं.''

''खरंच काका, हे तारांगण किती अद्भुत आहे नाही?''

''हो नं. म्हणून तर आकाश निरीक्षणाचा छंद लावून घेतला पाहिजे. म्हणजे 'मी कोण?' या प्रश्नाचाही उलगडा होतो आणि आपला खुजेपणा कळून आपण आपोआपच नम्र होतो. विशाल आकाशमंडपापुढे नतमस्तक होतो.''

*

पल्सार्स आणि क्वासार्स

''इंग्लंडमधील केंब्रिज अवकाश संशोधन केंद्रात १९६७ साली एकच खळबळ उडाली होती. प्रो. जोसविन बेन यांना एका उपकरणात विशिष्ट प्रकारच्या नोंदी घेतल्या जाताना दिसत होत्या. ते संवेदनाशील उपकरण होतं विद्युत चुंबकीय लहरी ग्रहण करणारं. अनंत अवकाशातून येणाऱ्या या लहरी ते उपकरण ग्रहण करीत होतं. अशा प्रकारच्या लहरी प्रगत मानवच तयार करू शकतो असा आजपर्यंतचा अनुभव होता. नाही म्हणायला त्या सूर्य आणि जवळपासच्या इतर ताऱ्यांमधून कमी अधिक प्रमाणात पृथ्वीवर येऊन धडकत होत्या. पण त्याची उगमस्थानं माहीत होती. या लहरी मात्र कुठल्या तरी अगम्य ठिकाणाहून येत होत्या. म्हणूनच शास्त्रज्ञांमध्ये खळबळ उडाली होती. अनेक तर्क वितर्क सुरू झाले. या विद्युत चुंबकीय लहरी – ज्यांना नेहमीच्या भाषेत रेडीओ लहरी म्हणतात त्या – नियमितपणे १.३ सेकंदाच्या वारंवारतेनं उपकरणावर येऊन आदळत होत्या आणि आपल्या अस्तित्वाचा पुरावा देत होत्या. खरंच अनंत अवकाशातून कुणीतरी प्रगत मानव सांकेतिक भाषेत संदेश तर पाठवीत नव्हता ना? हृदयाच्या धडधडीप्रमाणे ठराविक काळात आणि ठराविक वारंवारतेच्या रेडिओ लहरी प्रगत माणसाशिवाय कोण बरं पाठवू शकतो? आपण नाही का आपलं अस्तित्व कळावं म्हणून अनंत अवकाशात ह्याच प्रकारच्या विशिष्ट तरंग लांबीच्या लहरी पाठवत आहोत. तसाच परग्रहावरील, कदाचित दुसऱ्या दीर्घिकेतून वस्ती करणारा प्रगत मानवही प्रयत्न करीत नसेल कशावरून?''

काका गोष्ट सांगण्यात रंगून गेले होते. त्यांच्याबरोबर अर्थातच विशालही गुंग होऊन तल्लीनतेनं गोष्ट ऐकत होता. परग्रहावरील प्रगत मानवाचं अस्तित्व मोठ्या माणसांसाठीच जिथं कुतूहलाचा अद्‌भुत विषय आहे तिथं विशालसारख्या कुमारवयातील मुलांना ही घटना कल्पिताहूनही मोठी वाटली तर नवल कसलं?

''मग पुढे काय झालं?'' श्वास घेण्यासाठी थांबलेल्या काकांना विशालनं अधीरतेनं विचारलं.

''मग काय, कशात काय नि फाटक्यात पाय अशी गत झाली सर्वांची.''

काकांनी हसत हसत सांगितलं. विशाल मात्र काहीच न कळल्यानं फक्त प्रश्नांकित चेहऱ्यानं काकांकडे पाहत राहिला.

''अरे, ते सगळे तर्क फिजूल ठरले,'' विशालच्या चेहऱ्यावरील गोंधळलेला भाव पाहून काका म्हणाले, ''ह्या तथाकथित संदेशाचं व्यवस्थित विश्लेषण करून आणि अवकाशातून ते ज्या ठिकाणाहून येताहेत तिथं प्रभावी दुर्बिणी रोखून वेध घेण्यात आले. ह्या प्रचंड व्यापातून डोंगर पोखरून उंदीर निघावा अशी गत झाली त्यांची! कारण त्यांना असं आढळूलं की, ह्या रेडीओ लहरी अतिदूर अंतरावरील स्पंदमान तारे, ज्यांना 'पल्सार' असं नाव दिलं त्यांनी नंतर, ते प्रसारित करत होते. कुणी प्रगत मानव नाही. ह्यातून परग्रहावरील मानवाच्या अस्तित्वाची कल्पना जरी मूर्त स्वरूपात आली नाही तरी रेडीओ लहरी सोडणाऱ्या ताऱ्यांचा शोध मात्र लागला. त्यामुळे खगोलशास्त्राच्या अभ्यासाला नवीन वळण मात्र लागलं.''

''ते कसं काय?''

''ह्या ताऱ्यांच्या निरीक्षणानं त्यांना असंही कळलं की, हे तारे मृत्युपंथाला लागलेले आहेत. ते स्वतःच्या अक्षाभोवती भोवऱ्यासारखे फिरतात. त्यामुळे बरीचशी ऊर्जा निर्माण होऊन बाहेर फेकली जाते. परिणामी त्यांचा वेग कमी होतो. ह्या वेगातील फरक मोजून हा तारा किती म्हातारा आहे हे ओळखता येतं. त्यावरून वयही ओळखण्यास मदत होते. या ताऱ्यांना 'न्युट्रॉन तारे' असंही म्हणतात.''

''ते का म्हणून?''

''तुला माहीतच आहे की, ताऱ्याच्या गाभ्यात सतत अणुविखंडन आणि संमिलनाच्या स्फोटक क्रिया सुरू असतात. ह्या अणुगर्भीय क्रियांमधून निर्माण होणारी ऊर्जा ताऱ्यास प्रसरण पावण्यात उद्युक्त करते. पण प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे तो लगेच आंकुचनही पावतो. ह्या क्रिया जोपर्यंत संतुलित असतात तोपर्यंत तारा स्थिर असतो.''

''हो. हे तुम्ही परवाच सांगितलंय.''

''नंतर जेव्हा ताऱ्याच्या गाभ्यातील इंधन संपायला येते तेव्हा अणुगर्भीय क्रिया कमी होऊ लागतात. परिणामी ऊर्जा निर्मितीचं कार्यही कमी होतं. आता ताऱ्यावरील पदार्थास बांधून ठेवण्यासाठी उरतो तो फक्त गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव! त्यामुळे तो तारा आकुंचन पावू लागतो. अणुगर्भीय क्रियांचं प्रमाण कमी झाल्यामुळे त्याच्या पृष्ठभागाचं तापमानही कमी होतं. या ताऱ्यातील प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे त्याचं सगळं आकारमान एवढं कमी होतं की, अणूतील इलेक्ट्रॉन्स आणि प्रोटॉन्स वेगवेगळे राहूच शकत नाहीत. लहानशा जागेत दाटीवाटीनं

बसल्यामुळे त्याचं रूपांतर न्युट्रॉन्समध्ये होतं.''

''अच्छा! म्हणूनच याला न्युट्रॉन तारा म्हणायचं तरऽऽ''

''हो नं. ह्या ताऱ्याचा व्यास कधीकधी २० ते ३० कि.मी. एवढाच असतो. पण वस्तुमान मात्र आपल्या सूर्याच्या दीड ते तिप्पट एवढं प्रचंड असतं.''

''थोडक्यात काय, आकार लहानशा गोटीएवढा तर वस्तुमान मात्र राक्षसाएवढं.'' विशालनं आपल्यापरीनं तुलना केली.

''हे न्युट्रॉन तारे किंवा पल्सारच अनंत अवकाशातील रेडीओ लहरींची उगमस्थानं आहेत. या रेडिओलहरींची वारंवारता एक दशांश सेकंदापासून काही मिनिटांपर्यंतही असू शकते''

''म्हणजे ताऱ्यानुसार ही वारंवारता बदलते नाही, काका? वारंवारता म्हणजे एका सेकंदात त्या लहरींची किती आंदोलनं होतात ते दाखवणारी संख्या. हो नं, काका?''

''बरोबर. तुला मघाशीच सांगितलं की, हे पल्सार भोवऱ्याप्रमाणे स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरतात ते. पण नंतर शोधल्या गेलेल्या 'जे पल्सार १५३' या ताऱ्यात मात्र एक वैशिष्ट्य आढळलं की, तो स्वतःच्या अक्षाभोवती फेरी मारत नाहीत. या अघटिताचं मात्र अजूनही उत्तर सापडलेलं नाही. ह्या पल्सारप्रमाणेच आणखीही इतर स्रोतही रेडीओ लहरी पाठवतात असंही नंतर आढळून आलं.''

''हो काकाऽ? कमाल आहे हं शास्त्रज्ञांची. काय काय शोध लावतील काही सांगताच येत नाही,'' विशाल कौतुकानं उद्गारला.

''त्याचं नाव आहे 'क्वासार.' हे अतिदूर अंतरावर असून ते

ताऱ्यांसारखेच दिसतात. त्यांचं वस्तुमानही अत्यंत जास्त असून ते पल्सारप्रमाणेच रेडीओ लहरी आणि अवरक्त प्रारण मोठ्या प्रमाणात प्रभावीपणं प्रसारित करत असतात. १९६० साली '३ सी ४८' ह्या क्वासारचा शोध प्रथम लागला. नंतर १९६३ साली '३ सी २७३' या दुसऱ्या क्वासारचा शोध लागला. त्यानंतरच्या काळात अनेक क्वासार्स शोधले गेले आहेत.''

''काका, जर क्वासार आणि पल्सार दोन्हीही रेडीओ लहरी मोठ्या प्रमाणात सोडत असतील तर त्यांच्यात नेमका फरक काय हो?''

''पल्सार हे कमी वेगानं फिरणारे आहेत तर क्वासारचा वेग सेकंदाला २ लाख ८४ हजार ५८० किलोमीटर एवढा प्रचंड असतो. आणि त्याचं अंतर पृथ्वीपासून एक अब्ज प्रकाशवर्षं ते नऊ अब्ज प्रकाशवर्ष या दरम्यान कितीही असू शकते. एवढ्या दूर अंतरावर असतात हे क्वासार. त्यामानानं पल्सार हे अगदीच जवळ आहेत म्हणायचं. आजपर्यंत सर्वात दूरवर दिसलेला क्वासार '००-१७२' हा १९७३ साली सापडला आहे. ह्या क्वासाराचं एक वैशिष्ट्य म्हणजे लहानातल्या लहान क्वासारमधून बाहेर पडणारी ऊर्जा एवढी प्रचंड असते की, आपली दीर्घिका एकूण जेवढी ऊर्जा प्रसारित करते तेवढी हा लहान क्वासार ऊर्जा निर्माण करतो. म्हणजे बघ.''

''बापरे! मूर्ती लहान पण कीर्ती महान म्हणतात ते खरंच आहे.''

''आता तर शास्त्रज्ञांना रेडीओ लहरी प्रसारित करणाऱ्या काही दीर्घिकाही सापडल्या आहेत.''

''म्हणजे ह्या ताऱ्यांप्रमाणे अख्खीच्या अख्खी दीर्घिका रेडीओ

लहरी सोडते!'' विशाल आश्चर्यानं म्हणाला. तारांगणाविषयीची अवाढव्यता कळूनही त्याला दर वेळी काहीतरी नवं सांगून काका आश्चर्याचे धक्के द्यायचे. त्याचा सराव झाला तरी त्याला पुनःपुन्हा आश्चर्य वाटायचं, तसंच आताही झालं.

''म्हणूनच अशा दीर्घिकांना 'रेडीओ दीर्घिका' असं म्हणतात. 'एम-८७' आणि 'एम-८२' या दीर्घिका रेडिओ लहरी सोडणाऱ्या आहेत हे आता सिद्ध झालंय. या दीर्घिकांतून बऱ्याच ताऱ्यांचा स्फोट होताना दिसतो. थोडक्यात काय तर ह्या दीर्घिकाच मृत्युपंथाला लागल्या आहेत. ह्या आपल्यापासून एवढ्या दूर अंतरावर आहेत की प्रभावी शक्तिशाली दुर्बिणीतूनही त्या अंधूक अंधूक दिसतात.''

''म्हणजे रेडीओ लहरी सोडणारे आता पल्सार, क्वासार आणि रेडिओ दीर्घिका असे तीन स्रोत झाले म्हणायचे.''

''अहं. आणखी एक स्रोत आहे नं. तो म्हणजे माणूस — माणसाची बुद्धिमत्ता. त्याच्या ह्या अलौकिकतेनंच त्यानं अवाढव्य अवकाशात न दिसणारे परंतु अस्तित्वात असलेले 'कृष्णविवर' ही शोधून काढलेत.''

''कृष्णविवर! म्हणजे अवकाशात कुठे काळं भोक आहे की काय!! की प्रचंड दरी!!!'' विशालला पुन्हा आश्चर्याचा धक्का बसला.

'नाही रे. हेही एक प्रकारचे तारेच आहेत. सूर्याच्या वस्तुमानापेक्षा ज्या ताऱ्यांचं वस्तुमान वीसपटीहून जास्त असतं अशा ताऱ्याच्या मृत्यूनंतर त्याचं कृष्णविवरात रूपांतर होतं. या वेळी तो एवढा आक्रसलेला असतो की, त्याचं वस्तुमान सूर्याच्या फक्त तिप्पट

होतं. म्हणजे बघ वीसपटीहून तिप्पटीपर्यंत त्याचं वस्तुमान घसरतं. अशा वेळेस त्याचं आकारमानही खूपच कमी होतं. त्यात अणूतील इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन हे कितीतरी दाटीवाटीनं बसलेले असतात. कमी जागेत प्रचंड वस्तुमान सामावल्यामुळे...''

''आलं माझ्या लक्षात,'' मध्येच काकांना थांबवत विशाल म्हणाला, ''पल्सारमध्ये जसं प्रचंड गुरुत्वाकर्षण निर्माण होतं तसंच इथंही होत असेल.''

''करेक्ट. पण त्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाची एक गंमत आहे. हे एवढं प्रचंड असतं की, त्यातून ऊर्जेमुळे बाहेर पडणाऱ्या प्रकाशाला सुद्धा ते खाऊन टाकतं. आणि बाहेरील काही विशिष्ट अंतरापर्यंतचा प्रकाशही शोषून घेतं. आता मला सांग, जर प्रकाशच बाहेर पडू शकत नाही तर हा तारा दिसणार तरी कसा? त्यामुळे त्या भागात काळ्याकुट्ट अंधाराशिवाय काहीही नसतं. म्हणूनच तर ह्या ताऱ्यांना कृष्णविवराची सार्थ उपमा दिलीय. जणू काही अवकाशातील काळा डोहच!''

''पण त्यांना हुडकून कसं काढलं?''

''ह्या प्रकारचा तारा प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे त्याच्या जवळपासच्या इतर ताऱ्यातील द्रव्यही खेचून घेतो. अशा वेळेस ते द्रव्य जोरानं त्याच्याकडे आकर्षिलं जातं. त्यामुळे त्याचं ताऱ्यातील द्रव्याशी घर्षण होतं आणि तापमान वाढतं. ह्या प्रक्रियेत क्ष किरणांची निर्मिती होते. हे क्ष किरणच त्याचं अस्तित्व दाखवतात. ही क्ष क्रिरणं आपण प्रभावी दूरदर्शकातील विशिष्ट उपकरणात नोंदवू शकतो. हंस तारकासमूहात अशा प्रकारचा एक तारा म्हणजे कृष्णविवर सापडलंय.''

''काका, तारा मृत्युपंथाला लागला आणि मेला तरीही त्याचं शक्तिप्रदर्शन चालूच असतं. आणि 'मरावे परि कीर्तिरूपी उरावे' या म्हणीचे बोल अक्षरशः खरे करतात हे तारे. त्यांच्यापासून कितीतरी शिकण्यासारखं आहे.''

*

ताऱ्यांचा जन्म आणि मृत्यू

''काका, स्फोट पावणाऱ्या ताऱ्यांना आपण 'नवतारे' असं म्हणतो. पण खरं तर त्या स्फोटामुळे ताऱ्याचा नाश होत असतो. म्हणजेच तो मृत्युपंथाला लागलेला असतो. ज्याअर्थी तारा मरतो त्याअर्थी त्याचा पूर्वी केव्हातरी जन्म झालाच असला पाहिजे. याचा अर्थ ताऱ्यांचं जीवन हेसुद्धा माणसाच्या जीवनासारखं जन्म-मृत्यूच्या फेऱ्यात अडकलंय म्हणायचं.''

काकांनी आतापर्यंत दिलेल्या तारांगणाच्या माहितीमुळे विशालला विश्वातील एका समान गुणधर्माची, वस्तूच्या जन्म आणि मृत्यूची जाण सहजी ध्यानात आली होती. म्हणूनच त्याला आता ताऱ्यांच्या जन्म आणि मृत्यूविषयी उत्सुकता निर्माण झाली.

''विशाल, उत्पत्ती आणि लय हा तर विश्वाचा स्थायीभाव आहे. एके ठिकाणी झीज आणि दुसरीकडे भर हा निसर्ग नियमच आहे. म्हणून झीज झालेलं ठिकाण कालांतरानं भरून निघतं. याचाच अर्थ मृत्यूतूनच नवीन वस्तूचा जन्म होत असतो.''

''म्हणजे काका, जन्म आणि मरण या घटना एकाच नाण्याच्या दोन बाजू झाल्या म्हणायच्या. तारा जेव्हा स्फोट पावून मृत्यू पावतो त्याच वेळेला नवीन ताऱ्याचा जन्मही होत असतो म्हणायचा.''

''ह्या फेऱ्यातून आपला सूर्यही सुटलेला नाही बरं. माणूस आणि ताऱ्यांच्या जन्म-मृत्यूच्या फेऱ्यातील फरक एवढाच की माणसाचा जन्म आणि मृत्यू यामधील काळ अगदीच लहान असतो तर ताऱ्यांचा

काळ अब्जावधी वर्षांचा असतो.''

''ताऱ्याच्या जन्माच्या वेळी नेमक्या कोणत्या घटना घडतात हो?''

''तुला माहीतच आहे की, अवकाशात धुळीचे प्रचंड ढग आहेत ते.''

''हो नं, या धुळीला अवकाशीय धूळ असं म्हणतात. ती काही आपल्या पृथ्वीवरील धुळीसारखी नसते. तिच्यात असंख्य बारीक बारीक कण म्हणजे विविध प्रकारचे अणू आणि वायू असतात.''

''हुशार आहेस हं तू. तर असे हे ढग अवकाशात फिरत असतात. ते फिरता फिरता अवकाशातील वायू आणि बारीक बारीक कण आपल्याकडे गुरुत्वाकर्षणानं खेचतात. त्यामुळे त्यांच्या केंद्रभागात त्यांची दाटी होऊ लागते. ते एकमेकांना घट्ट चिकटतात. त्याच वेळेस त्यांच्यात आपापसात आकर्षण-प्रत्याकर्षणाच्या क्रियाही चालू असतात. कोट्यवधी वर्षं ही क्रिया चालूच राहते. मग त्यापासून एक भलामोठा वायुगोल तयार होतो. गुरुत्वाकर्षणामुळे या वायुगोलाचं वस्तुमान जास्तीतजास्त त्यांच्या केंद्रभागात गोळा होतं. जेव्हा हा गाभा अत्यंत घनदाट होते तेव्हा तो अतिशय उष्ण होतो. ती उष्णता एवढी वाढते की, त्या गाभ्यात अणुभट्टी तयार होते आणि अणू संम्मिलन आणि विखंडनाच्या क्रिया सुरू होतात. त्यातून प्रचंड प्रमाणात निर्माण झालेली ऊर्जा बाहेर फेकली जाते. ही ऊर्जा उष्णता आणि प्रकाश या स्वरूपात बाहेर पडते. मग तो अग्निगोल प्रकाशू लागतो.''

''यालाच आपण तारा म्हणतो. हीच त्या ताऱ्याची जन्मवेळ

होय. अशाप्रकारे एक नवीन तारा जन्म घेतो,'' विशालनं काकांच्या लयीतच त्याचं म्हणणं पूर्ण केलं.

''अशाच प्रकारानं आपल्या सूर्याचाही जन्म सुमारे पाच अब्ज वर्षांपूर्वी झाला, बरं का विशाल.''

''सूर्य जन्मल्या क्षणापासून उष्णता ऊर्जा आणि प्रकाश सतत देतोय. म्हणजे पुढे केव्हातरी त्याची ही ऊर्जा संपणारच आहे. म्हणजेच काका, तो मरणाच्या जवळजवळ चाललाय. माणूस जसा जन्मल्यावर मूल असतं, नंतर तरुण होतो, नंतर म्हातारा आणि शेवटी मृत्यू. तसंच आपल्या सूर्याचेही आणि विश्वातील इतर ताऱ्यांचेही टप्पे असतील ना काका?''

''होय तर. जन्म-मृत्यूचा फेरा म्हटला की, हे सगळं ओघानं आलंच. पाच अब्ज वर्षांपूर्वी सूर्य जन्मला तेव्हा ते मूलंच होतं. मूल जसं अवखळ असतं तसाच सूर्यही होता. त्याच्या अवखळपणामुळेच त्याच्यातील काही द्रव्य दूरवर फेकलं गेलं. त्यातूनच सूर्यमालेची निर्मिती झाली. सुमारे –''

''साडेचार अब्ज वर्षांपूर्वी. माहीत आहे मला.'' विशालनं काकांचं वाक्य पूर्ण केलं.

''सूर्य सध्या तारुण्यात आहे. त्यामुळे सध्या तो तरुणासारखा सळसळत्या रक्ताचा आहे. सध्या दर सेकंदला ५० कोटी टन हैड्रोजनचं इंधन जाळलं जातंय सूर्यावर. कधीकधी तारुण्याच्या जोशात तो जास्त प्रमाणात हैड्रोजनचा वापर करतो. अशा वेळेस प्रचंड सौर ज्वाला तयार होतात. त्या कित्येक लाख कि.मी. अंतरापर्यंत उसळ्या मारतात. त्यामुळे

त्याच्या आकारात काहीशी वाढ होते. पण त्याच बरोबर सौरज्वाला बाहेर फेकल्या गेल्यानं त्याच्या पृष्ठभागावरील तापमान काही ठिकाणी कमी होतं.''

''कळलं काका, सौर डागांची निर्मिती अशावेळेसच मोठ्या प्रमाणात होते. आणि सूर्यावर हे चक्र सुमारे अकरा वर्षांचं आहे.'' काकांनी पूर्वी सांगितलेलं विशालच्या चांगलंच लक्षात होतं.

''बरोबर, जोपर्यंत सूर्यावर हे हैड्रोजन इंधन भरपूर प्रमाणात आहे तोपर्यंत सूर्याचं तारुण्य टवटवीत राहील. आणि दर अकरा वर्षांनी सौर डागांच्या तारुण्यपीटिका त्यावर उठत राहतील. नंतर तो हळूहळू प्रौढपणाकडे झुकायला लागेल.''

''ते कसं काय?''

''सूर्यावर चाललेल्या या अण्विक प्रक्रियेमुळे हैड्रोजनचं हेलियममध्ये म्हणजेच हलक्या पदार्थाचं जड पदार्थात रूपांतर होतं. अशाप्रकारे हैड्रोजनचं इंधन कमीकमी होऊ लागलं की, गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार जड पदार्थाच्या निर्मितीमुळे वस्तुमान वाढल्यानं त्याचा गाभा आकुंचन पावायला लागेल. परिणामी गाभ्याच्या बाहेरील हैड्रोजन ज्वलनाचा थर आणखी बाहेर फेकला जाईल. त्यामुळे सूर्याचा आकार वाढेल पण तापमान मात्र कमी होईल.''

''म्हणजे आता तो मरणपंथाला लागेल म्हणायचं,'' गुंग होऊन विशाल ऐकत होता. त्या गुंगीतच तो म्हणाला.

''अशा वेळेस त्याचं एका राक्षसी ताऱ्यात रूपांतर होईल. उष्णता कमी झाल्यामुळे तो संध्याकाळी जसा तांबडाभडक दिसतो तसा

रक्तवर्णी दिसायला लागेल. त्याचा आकार आजच्या सूर्यापेक्षा शंभरपटीनं मोठा असेल.''

''हा एवढा मोठा आकार म्हणजे तो बुध, शुक्र आणि पृथ्वीसुद्धा खाऊन टाकेल की.'' विशालला सूर्याबरोबर पृथ्वीचंही मरण दिसू लागलं. ''पण काका, आकारानं मोठा झाल्यामुळे त्याचं तापमान कमी झालेलं असेल. म्हणजे पृथ्वीला गिळंकृत करण्यापूर्वी पृथ्वीवरची उष्णताही कमी होईल.''

वरवर विचार करता तुझं म्हणणं खरं असलं तरी ते चूक आहे. कारण आकारानं वाढल्यावर उष्णता कमी झाली तरी सूर्य आणि पृथ्वी यामधील अंतरही कमी झालं असेल. त्यामुळे उलट पृथ्वीला जास्तच उष्णता मिळेल. एवढी की त्या उष्णतेनं ती भाजून निघेल, अगदी खरपूस! याच काळात हैड्रोजनचं इंधन संपल्यामुळे हेलियमचं ज्वलन व्हायला लागेल. त्या तापमानात क्रमानं कार्बन, नायट्रोजन आणि ऑक्सिजनचंही इंधनात रूपांतर होईल. या काळात सूर्य एवढा तप्त होईल की, त्याचा रंग निळा होऊन जाईल. अशा वेळेस तो प्रचंड प्रमाणात वायू बाहेर फेकण्यास सुरवात करील. या सगळ्या घटना एक अब्ज वर्षांत घडतील. या सगळ्या प्रकारात त्याच्याजवळील सर्व उष्णता संपुष्टात आल्यामुळे तो आकुंचन पावायला लागेल. त्याचा आकार त्या वेळी पृथ्वीएवढा लहान होईल.''

''म्हणजे जो सूर्य आज पृथ्वीपेक्षा हजार पटीनं मोठा आहे तो पृथ्वीएवढा होईल! एवढा लहान की, अगदी वामनावतारच म्हणायला हवा!'' विशाल कुतूहलानं म्हणाला.

"हो नं. अशा वेळेस त्याचा रंग पांढरा होईल."

"अच्छा, आपला सूर्य भविष्यात श्वेतबटू होणार तर!"

"नंतर काही कोटी वर्षांनी त्याच्यातील ऊर्जा अगदी संपल्यावर तो काळा पडेल. अशा काळवंडलेल्या ताऱ्याला 'काळा खुजा' म्हणतात. सूर्य असा काळा खुजा झाला की, त्यातून कोणत्याही प्रकारची ऊर्जा काय किंवा प्रकाश काय काहीही बाहेर पडणार नाही."

"याचा अर्थ काका, ही वेळ म्हणजे सूर्याची अवतार समाप्तीची वेळ ठरेल."

"करेक्ट. पण सगळेच तारे या प्रकारे मरतात असं नाही हं. सूर्यासारखे साधारण तारे मरतात तेव्हा त्यांचं रूपांतर श्वेतबटू आणि नंतर 'काळा खुजा' या स्वरूपात होतं. राक्षसी ताऱ्यांचं मृत्यूनंतर पल्सारमध्ये रूपांतर होतं. तर त्याहीपेक्षा मोठे तारे असतात त्यांचं मृत्यूनंतर कृष्णविवर होतं."

"काका, आपल्या सूर्याची अवतार समाप्ती व्हायला किती काळ आहे हो अजून?"

"घाबरू नकोस. तुला आताच सांगितलंय की, ताऱ्यांचा जन्म-मृत्यूचा फेरा कैक अब्जावधी वर्षांचा असतो. आपला सूर्य मृत्यूपंथाला लागायला अजून पाच अब्ज वर्षांचा वेळ आहे. तेव्हा तुला काळजी करायचं कारणच नाही."

*